IDEE E PROGETTI DI ELETTRONICA APPLICATA

Supplemento al n. 123

Lire 8.000

TOP PROJECTS

TUTTI IN KIT!

una straordinaria serie di progetti:

AMPLIFICATORE 200W MOSFET

DNR RIDUTTORE DI RUMORE

SUPER MICROSPIA FM

GENERATORE LASER

REGISTRATORE DIGITALE

LIGHT DIMMER

ECO RIVERBERO DIGITALE

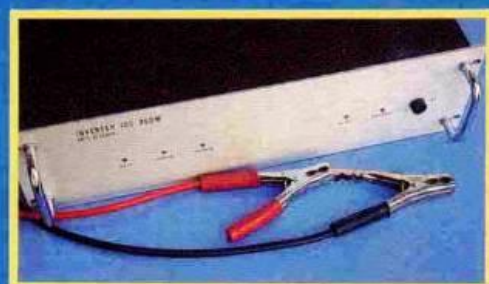
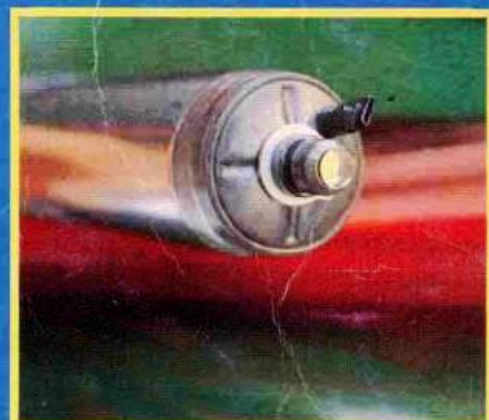
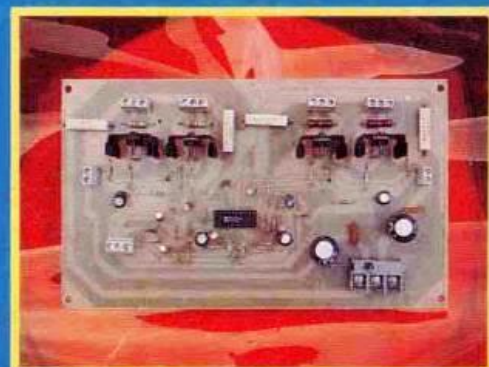
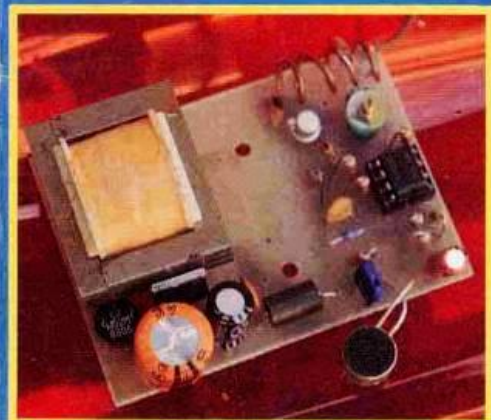
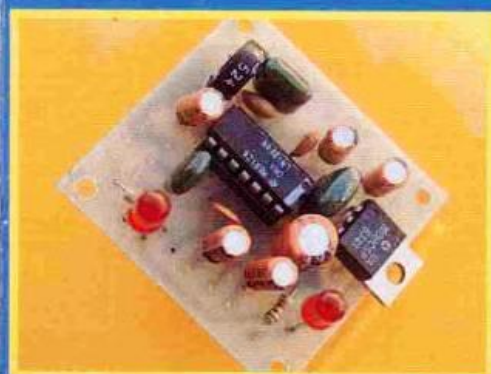
AMPLI STEREO 100+100W

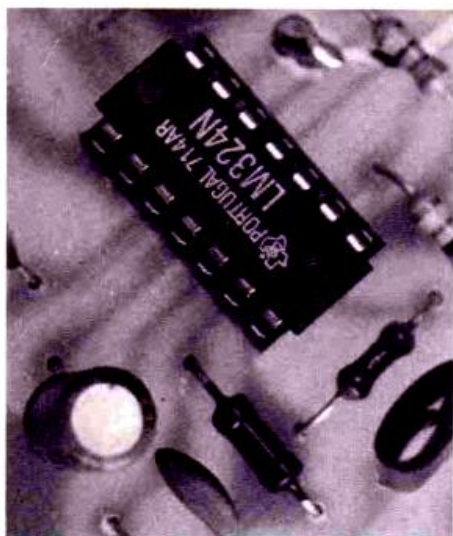
AMIGA DIGITALAUDIO

SINTETIZZATORE VOCALE

BOOSTER AUTO

SCRAMBLER CODIFICATO

INVERTER 250W

by Elettronica 2000

Sped. in abb. post. gruppo III

Direzione
Mario Magrone

Redattore Capo
Syra Rocchi

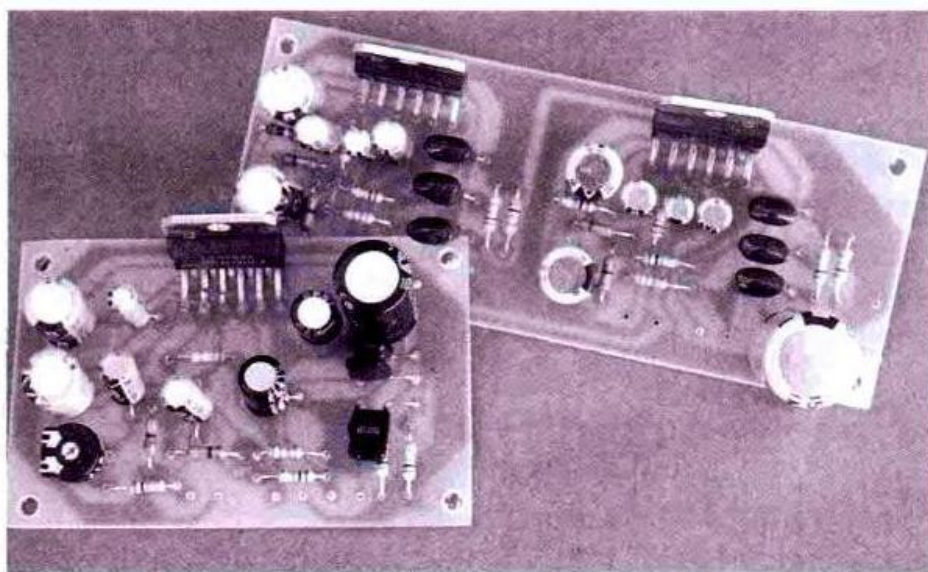
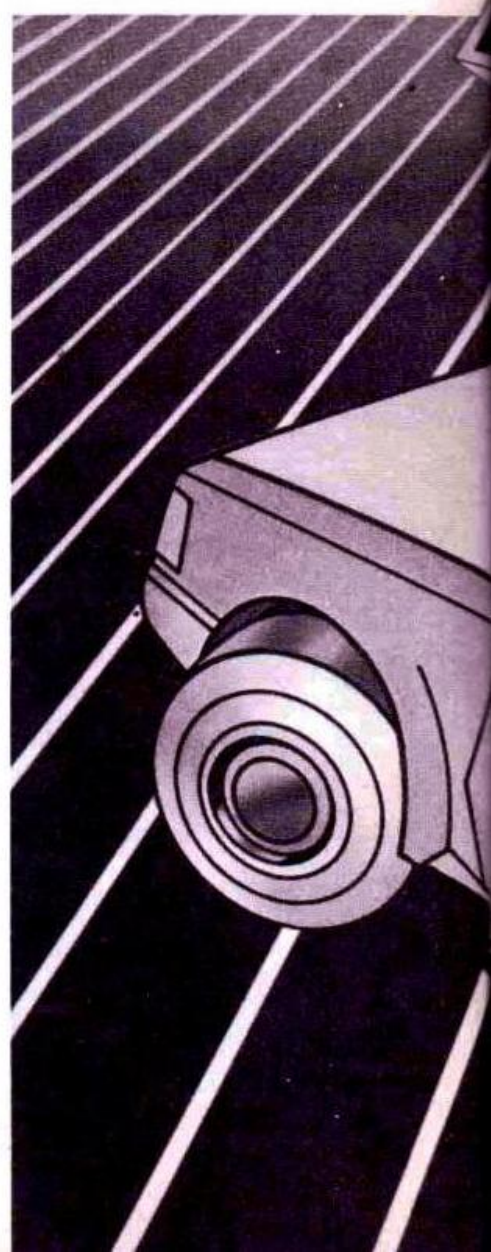
Grafica
Nadia Marini

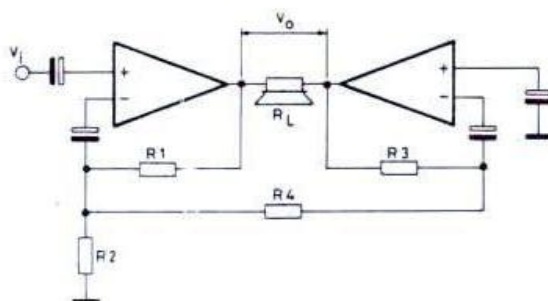
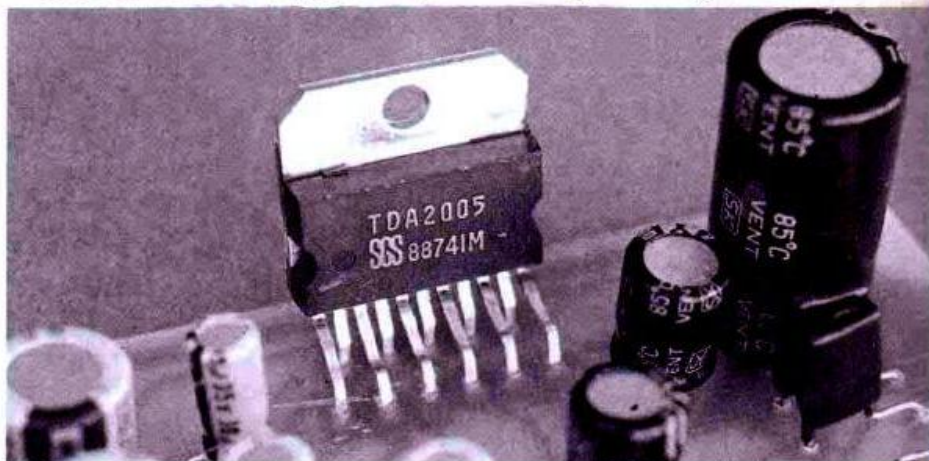
Collaborano a Elettronica 2000
Alessandro Bottonelli, Marco Campanelli, Luigi Colacicco, Beniamino Coldani, Emanuele Dassi, Aldo Del Favero, Corrado Ermacora, Giampiero Filella, Luis Miguel Gava, Marco Locatelli, Fabrizio Lorito, Maurizio Marchetta, Giancarlo Marzocchi, Dario Mella, Piero Monteleone, Alessandro Mossa, Tullio Policastro, Paolo Sisti, Davide Scullino, Margherita Tornabuoni, Cristiano Vergani.

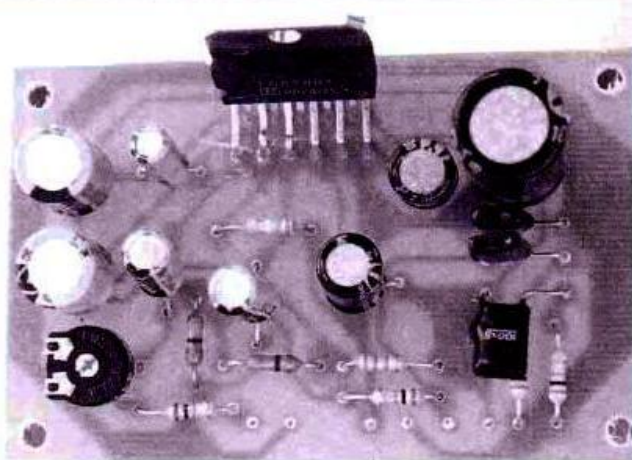
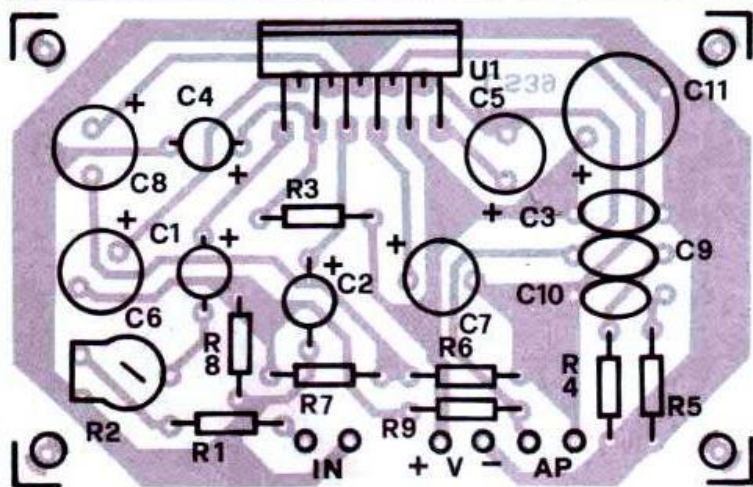
Redazione
C.so Vitt. Emanuele 15
20122 Milano

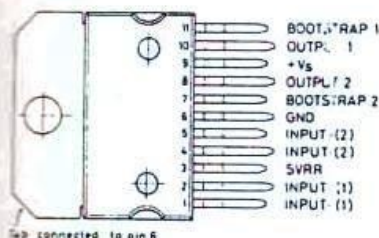
SOMMARIO

BOOSTER 20 W 20

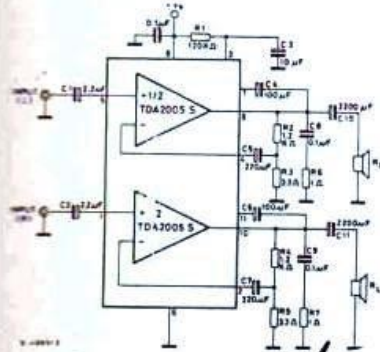
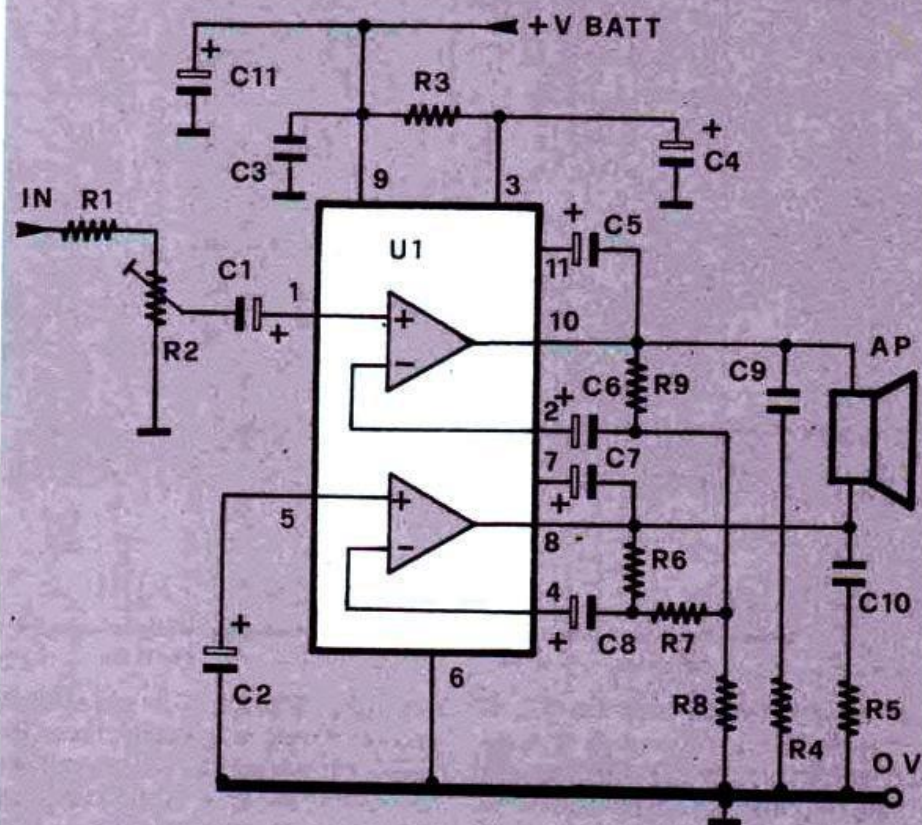
TRASFORMATE LA VOSTRA VETTURA IN UNA DISCOTECA VIAGGIANTE CON QUESTO BOOSTER IN GRADO DI AUMENTARE SINO A 20 WATT PER CANALE LA POTENZA DEL VOSTRO CAR STEREO. COSTO CONTENUTO E SEMPLICITÀ DI MONTAGGIO.

Da alcuni anni stiamo assistendo ad una vera e propria rivoluzione nel settore del cosiddetto car stereo, nel settore cioè delle radio e dei riproduttori per auto. Gli apparecchi si fanno via via sempre più sofisticati tanto da divenire quasi degli status symbol; una sorta di spartiacque tra chi è «in» e si può permettere un Pioneer da oltre un milione e chi è «out» e si deve accontentare della solita sottomarca «made in Taiwan». Tutte le autoradio di un certo pregio dispongono oggi del controllo digitale di frequenza con ricerca automatica delle stazioni più forti, memoria a più canali, soppressore di rumori, equalizzatore grafico, auto-reverse e chi più ne ha più ne metta. Anche per quanto riguarda la potenza di uscita si sono toccati limiti impensabili sino a pochi anni fa. Alcune autoradio presentano potenze di uscita di 50 e più watt per canale che confrontati ai miseri 5 watt della sottomarca «made in Taiwan» di

L'INTEGRATO TDA2005

È uno dei più noti ed apprezzati amplificatori di bassa frequenza per auto. Di questo integrato esistono due versioni; la prima, contraddistinta dalla lettera «S», dispone di due stadi amplificatori separati in grado di erogare ciascuno una potenza di 10 watt su un carico di 4 ohm, la seconda, contraddistinta dalla sigla «M», dispone di un amplificatore a ponte in grado di erogare, con la medesima tensione di alimentazione e con la stessa resistenza di carico, una potenza doppia ovvero una potenza di 20 watt effettivi. Il TDA2005 presenta una elevatissima sensibilità di ingresso (alcuni millivolt), una buona banda passante (20 - 20.000 Hz) ed una accettabile distorsione armonica (inferiore allo 0,3% sino ad una potenza di 15 watt). L'amplificatore, prodotto dalla SGS, è contenuto in un «case» a 11 piedini denominato Multiwatt-11. Come si vede nei disegni, i terminali sono disposti su due file parallele. L'impiego della configurazione a ponte consente di ottenere una elevata potenza senza fare ricorso a traslatori di impedenza o a circuiti elevatori di tensione. Nelle illustrazioni riportiamo lo schema di principio dell'amplificatore a ponte contenuto all'interno del TDA2005. Il guadagno in tensione dell'amplificatore, nell'ipotesi che R2 sia uguale a R4 e che R3 sia il doppio di R1, è pari a quattro volte il rapporto tra R1 e R4. Nelle illustrazioni riportiamo anche lo schema di principio della versione stereo (TDA2005S). Per un corretto funzionamento l'integrato deve essere collegato ad un adeguato dissipatore di calore che

cui sopra ci fanno sentire tanti Fantozzi in cinquecento. Tuttavia, se non è possibile dotare la nostra modesta autoradio delle diavolerie digitali per la ricerca e la memorizzazione delle stazioni, risulta invece molto semplice aumentarne la potenza di uscita. Il progetto descritto in queste pagine è appunto un booster per auto in grado di erogare una potenza massima di 20 watt per canale su un carico di 4 ohm. Abbiamo predisposto sia una versione mono che una versione stereo; i due circuiti differiscono tra loro di pochissimo. Ovviamente le dimensioni della versione stereo sono doppie rispetto a quelle della versione mono.

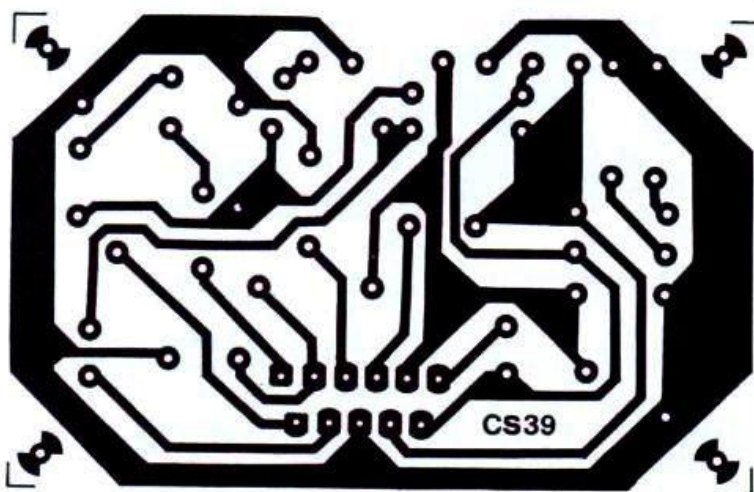
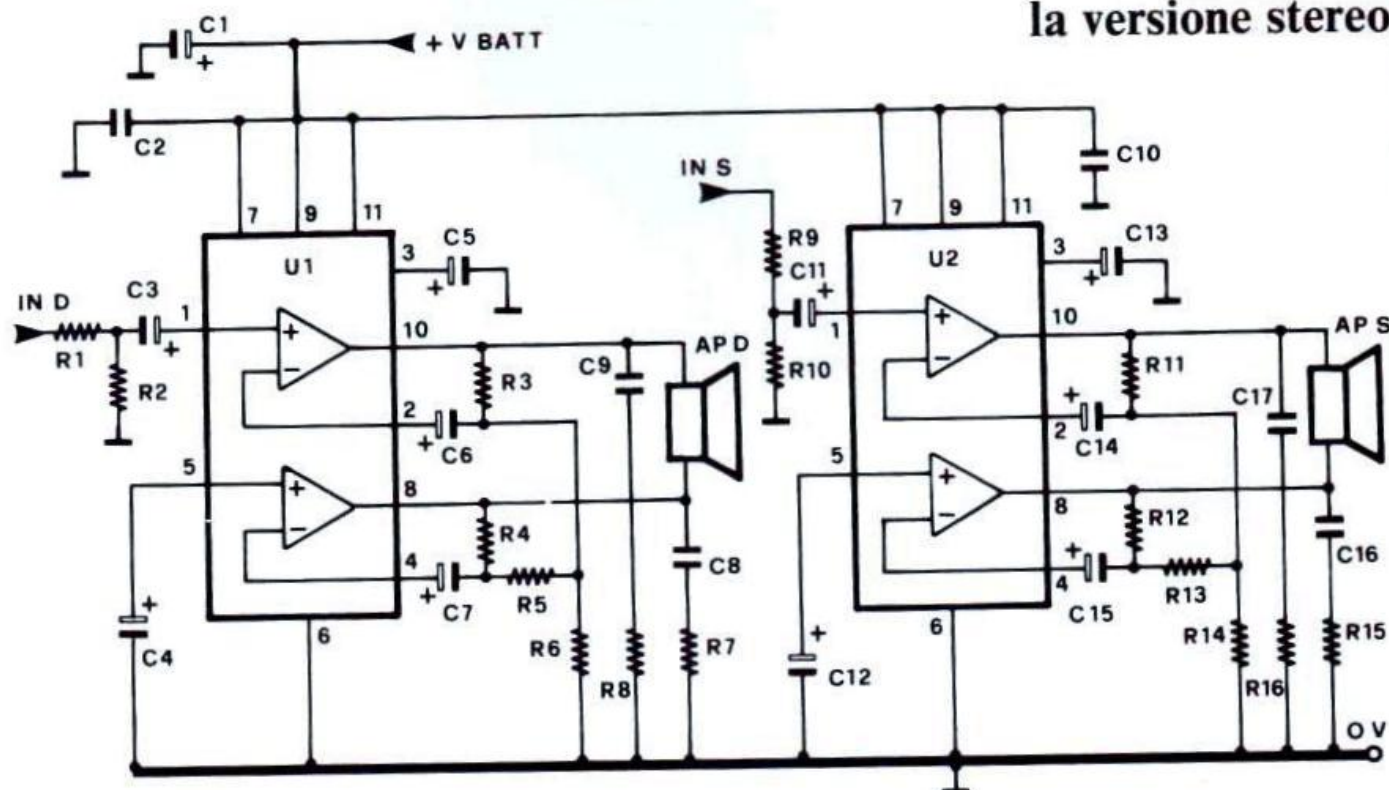
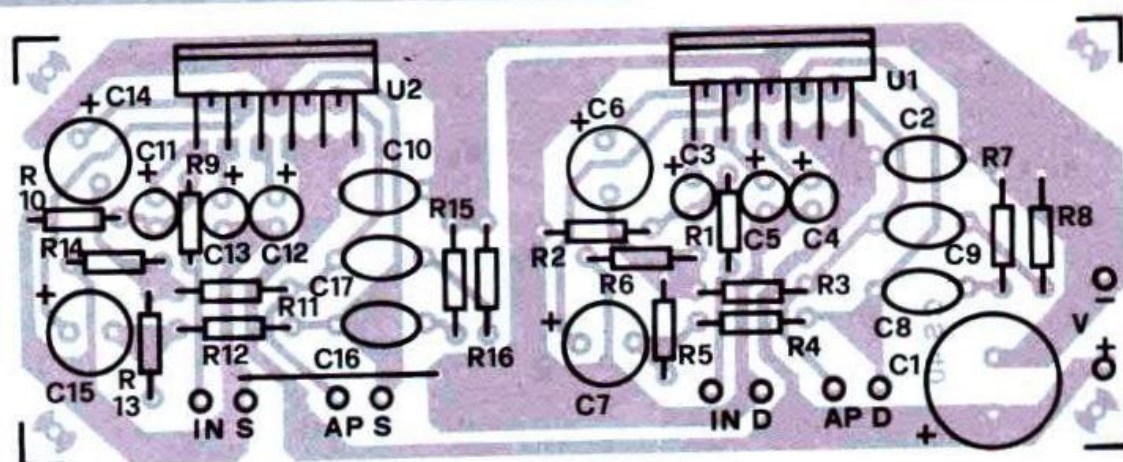
La potenza che un amplificatore finale per auto può erogare è limitata sia dalla tensione di alimentazione disponibile (12 volt) sia dalla impedenza degli altoparlanti. Tenendo conto che non è praticamente possibile utilizzare altoparlante di impedenza inferiore ai 4 ohm, un amplificatore di tipo tradizionale può erogare al massimo una potenza di circa 6 watt. Se invece viene utilizzata una configurazione a ponte la po-

Piano di cablaggio della versione mono.

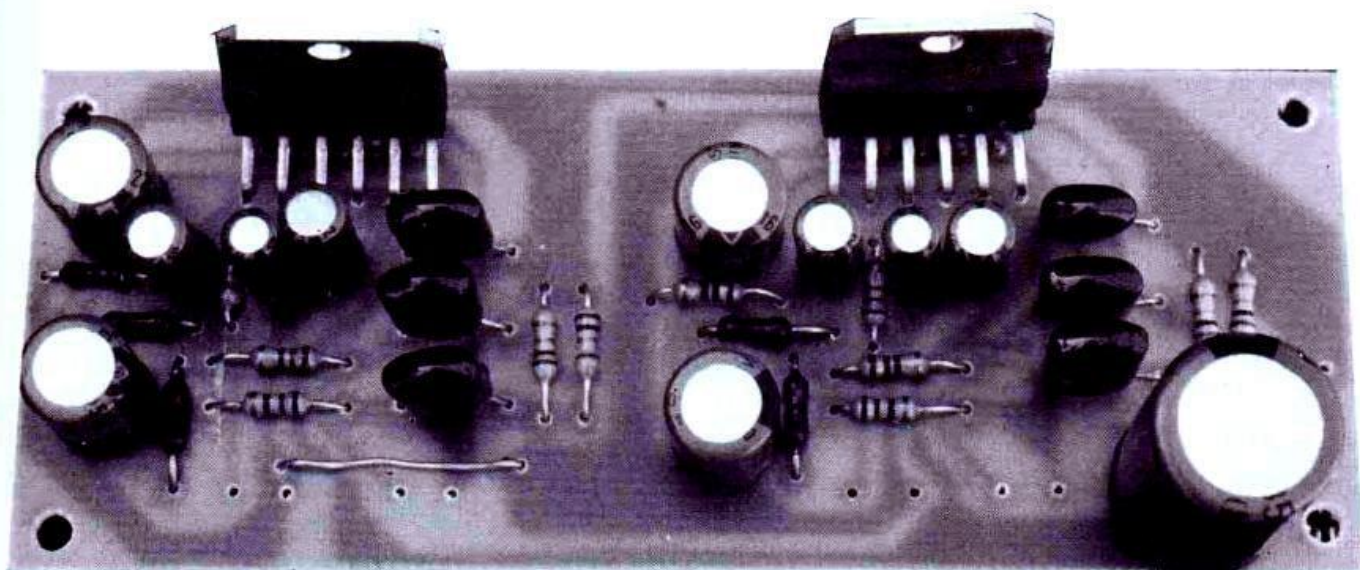
2005

può essere costituito anche dalla lamiera della vettura. Nessun problema per quanto riguarda un eventuale corto circuito: l'aletta metallica è infatti elettricamente connessa al pin 6 che rappresenta la massa del circuito.

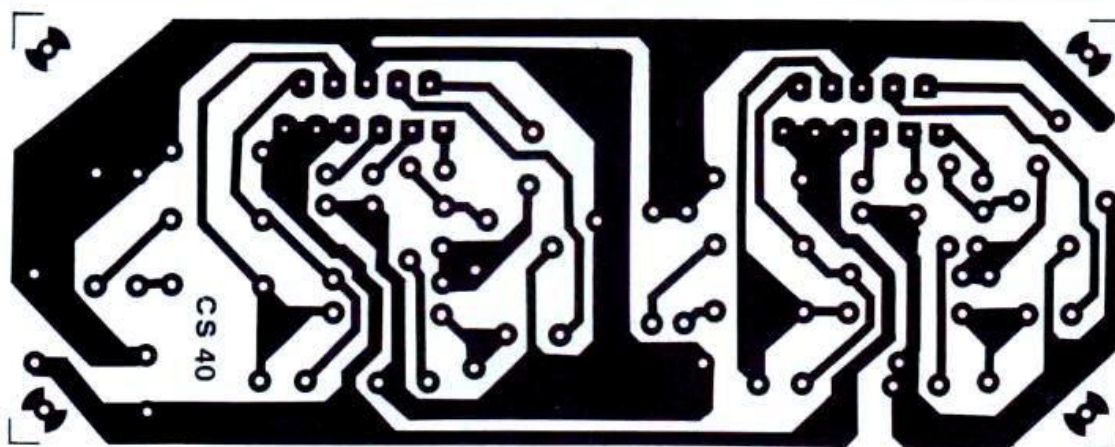
2005 S

la versione mono

tenza raggiunge i 20 watt. La massima potenza che un amplificatore tradizionale può erogare è data dalla seguente formula: $P = (Val/2,8)^2 / AP$ che nel nostro caso diventa $P = (12/2,8)^2 / 4 \simeq 5^2 / 4 \simeq 25/4 \simeq 6$ watt. Nel caso di amplificatori funzionanti a ponte la formula cambia di poco: $P = (Val/1,4)^2 / AP$ ovvero $P = (12/1,4)^2 / 4 \simeq 9^2 / 4 \simeq 81/4 \simeq 20$ watt. Per ottenere potenze maggiori è necessario fare ricorso a costosi traslatori di impedenza oppure a complessi circuiti elevatori di tensione. Diamo ora un'occhiata ai nostri due circuiti. In entrambi i casi viene utilizzato il noto integrato TDA2005M della SGS in grado di funzionare a ponte e di erogare quindi una potenza di 20 watt effettivi su un carico di 4 ohm. Lo schema utilizzato è del tutto simile a quello consigliato dalla stessa casa costruttrice. Come si vede i componenti utilizzati sono davvero pochi. Le caratteristiche dell'amplificatore sono più che buone sia per quanto riguarda la banda passante che la distorsione armonica. Il segnale d'ingresso viene applicato al pin 1 tramite un

COMPONENTI - R1,R9 = 1 Kohm, R2 = 47 Kohm trimmer, R3 = 120 Kohm, R4,R5 = 1 Ohm, R6 = 2,2 Kohm, R7,R8 = 12 Ohm, C1,C2 = 2,2 µF 16 VL, C3,C9,C10 = 100 nF, C4 = 10 µF 16 VL, C5,C7 = 100 µF 16 VL, C6,C8 = 220 µF 16 VL, C11 = 470 µF 16 VL, U1 = TDA2005M, Ap = 4 Ohm.

PER IL KIT VEDI A PAG. 127

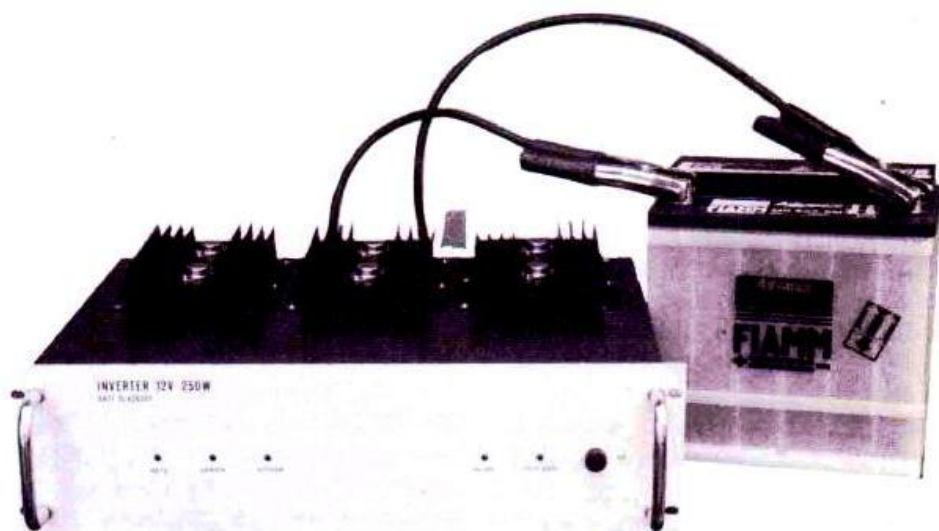
la versione stereo

partitore formato da R1 e R2. È consigliabile prelevare il segnale da amplificare prima dello stadio finale dell'autoradio in modo che la distorsione sia la più contenuta possibile. Il circuito presenta una elevatissima sensibilità di ingresso per cui è sufficiente un segnale di pochi millivolt per ottenere la massima potenza d'uscita. Il segnale può essere prelevato anche direttamente dalle casse; in questo caso, tuttavia, è necessario aumentare notevolmente il valore di R1 per evitare di saturare l'ingresso del booster. Nella versione mono è presente un trimmer per regolare la sensibilità di ingresso, trimmer che non è previsto nella versione stereo. In questo caso bisogna scegliere con attenzione i valori di R1 e R9 in modo da ottenere il giusto livello d'ingresso in funzione dell'ampiezza del segnale disponibile. Nel caso in cui il segnale venga prelevato prima dello stadio finale dell'autoradio vanno utilizzate resistenze di valore compreso tra 1 e 47 Kohm; se invece il segnale viene prelevato dalle casse le due resistenze di ingresso debbono presentare valori compresi tra 100 Kohm e 10 Mohm. La realizzazione pratica dei due progetti non presenta alcuna difficoltà. Durante il mon-

COMPONENTI

R1 = Vedi testo
R2 = 1 Kohm
R3 = 1 Kohm
R4 = 2,2 Kohm
R5 = 12 Ohm
R6 = 12 Ohm
R7 = 1 Ohm
R8 = 1 Ohm
R9 = Vedi testo
R10 = 1 Kohm
R11 = 1 Kohm
R12 = 2,2 Kohm
R13 = 12 Ohm
R14 = 12 Ohm
R15 = 1 Ohm
R16 = 1 Ohm
C1 = 1.000 µF 16 VL
C2 = 100 nF
C3 = 2,2 µF 16 VL

il prototipo

taggio controllate attentamente i valori di resistenze e condensatori prestando attenzione anche al corretto orientamento degli elettrolitici. Durante la saldatura non soffermatevi a lungo sui terminali dell'integrato; se una saldatura non riesce al primo colpo non insistete ma lasciate passare alcune decine di secondi per consentire al chip di raffreddarsi. Entrambi i booster debbono essere muniti di una adeguata aletta di raffreddamento che potrà essere rappresentata dalla lamiera della vettura oppure dalle pareti metalliche dell'eventuale contenitore. Non è necessario alcun isolamento tra il TDA2005 e il dissipatore; l'aletta metallica dell'integrato è infatti connessa elettricamente al pin 6 ovvero alla massa. Il circuito non necessita di alcuna taratura e, salvo errori di montaggio, il funzionamento è assicurato. Il segnale da amplificare deve essere trasferito facendo uso di un cavetto schermato di buona qualità; l'impiego di comuni conduttori (a meno che il collegamento non sia lungo qualche centimetro) trasformerebbe il vostro booster in un ottimo oscillatore. Ricordiamo infine che l'integrato è protetto contro i corto circuiti tra i cavetti d'uscita.

C4 = 2,2 μF 16 VL
C5 = 10 μF 16 VL
C6 = 220 μF 16 VL
C7 = 220 μF 16 VL
C8 = 100 nF
C9 = 100 nF
C10 = 100 nF
C11 = 2,2 μF 16 VL
C12 = 2,2 μF 16 VL
C13 = 10 μF 16 VL
C14 = 220 μF 16 VL
C15 = 220 μF 16 VL
C16 = 100 nF
C17 = 100 nF
U1,U2 = TDA2005M
APd,APs = 4 Ohm

PER IL KIT VEDI A PAG. 127

INVERTER 250 W ANTIBLACKOUT

UN INVERTER PROFESSIONALE PIÙ UN CIRCUITO ANTI-BLACKOUT PER EVITARE DI RIMANERE AL BUIO IN CASO DI MANCANZA DI CORRENTE. L'INVERTER FA USO DI UNO STABILIZZATORE DI TENSIONE CHE CONSENTE DI OTTENERE UNA TENSIONE DI USCITA COSTANTE E DI UN OSCILLATORE QUARZATO PER UNA FREQUENZA DI RETE PARTICOLARMENTE PRECISA.

Ogni tanto, dalla vicina redazione di PC USER, la rivista con dischetto per gli utenti dei computer con sistema operativo MS-DOS, giungevano imprecazioni di ogni tipo; ciò accadeva sempre in coincidenza con interruzioni di corrente dovuti ad interventi dell'ENEL in zona o ad accidentali corto circuiti interni che facevano attivare gli interruttori di sicurezza del contatore. La ragione di tanta collera è ovvia: l'improvvisa mancanza di corrente provocava la perdita dei programmi in macchina o in corso di esecuzione. In alcuni casi si trattava di programmi che avevano richiesto ore e ore di lavoro; le imprecazioni erano perciò più che giustificate. Dopo una ennesima interruzione di corrente che aveva provocato la perdita di un lavoro molto importante, qualcuno della redazione di PC USER pensò che forse noi avrem-

mo potuto aiutarli. La risoluzione del problema comportava la costruzione di un gruppo di continuità ovvero di un inverter più un sistema automatico di commutazione che facesse intervenire l'inverter nel più breve tempo possibile nel caso di mancanza di corrente.

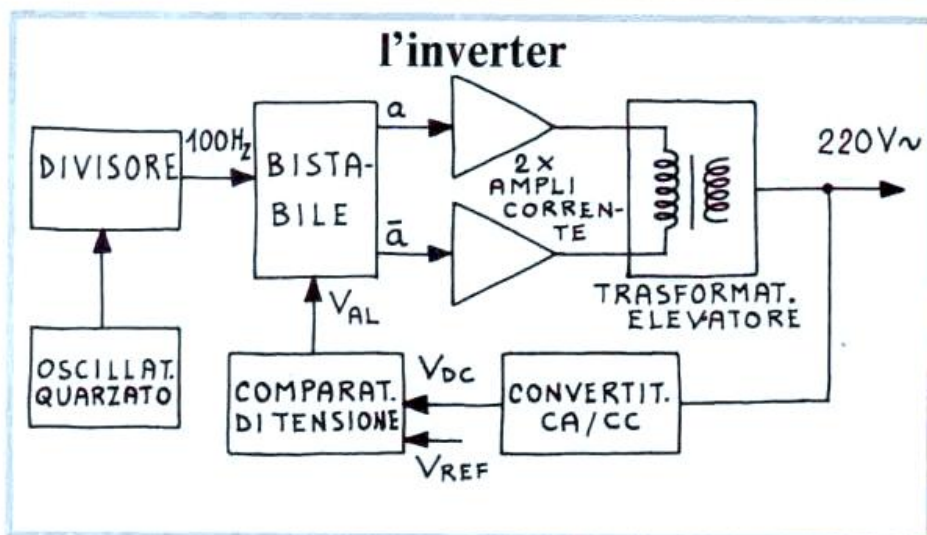
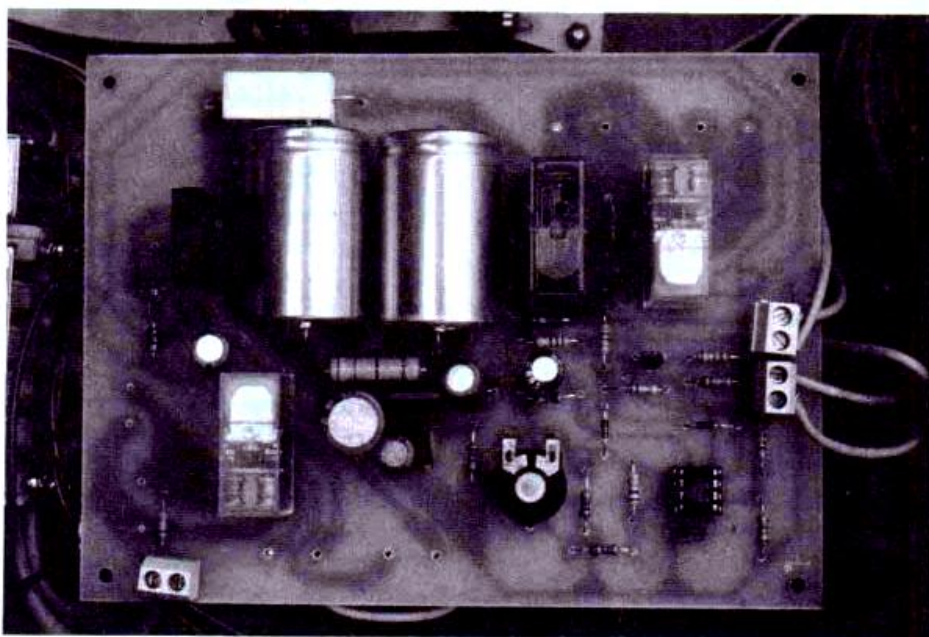
Il progetto venne rapidamente messo in cantiere e dopo qualche settimana il prototipo venne consegnato agli amici di PC USER che da allora (sono passati più di tre mesi) lo usano con piena soddisfazione. In questo periodo tutte le volte che si è avuta una mancanza di corrente, l'apparecchio è intervenuto salvando programmi e... fegato dei programmatori. In considerazione del perfetto funzionamento del circuito e certi di fare cosa gradita a numerosi lettori, pubblichiamo questo mese il progetto completo del nostro gruppo di continuità. In realtà i progetti sono due in quanto sia l'inverter che il circuito di commutazione e ricarica possono venire utilizzati separatamente per altri scopi. Le possibili applicazioni di questi due circuiti, abbinati o separati, sono innumerevoli. In modo particolare l'inverter potrà essere utilizzato in tutti quei casi in cui la tensione di rete a 220 volt non è disponibile, come sul camper o in barca. Se, ad esempio, vi trovate in campeggio o in barca e volete guardare la televisione con un apparato funzionante a 220 volt, dovete necessariamente fare ricorso ad un inverter.

L'insieme dei due apparati, ovvero il gruppo di continuità, potrà essere utilizzato, oltre che per alimentare uno o più computer, anche per fornire tensione all'impianto di casa, di un negozio o di un laboratorio. Ovviamente, in considerazione della massima potenza erogata dal dispositivo, nel caso di mancanza di tensione di rete dovranno essere disinseriti tutti quei dispositivi elettrici che assorbono correnti elevate (lavatrice, scaldabagno, ferro da stiro ecc.).

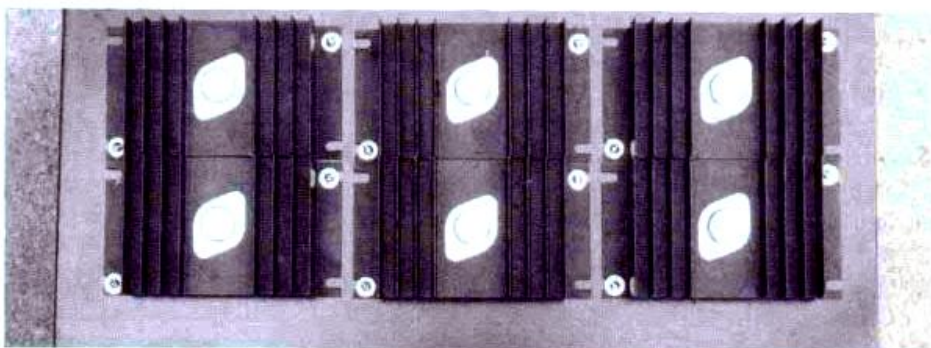
Al contrario della maggior parte degli schemi pubblicati in passato sulle riviste del settore, il nostro apparecchio presenta caratteristiche quasi professionali. In particolare il dispositivo è provvisto di un circuito di regolazione della tensione di uscita che mantiene pressoché costante i 220 volt quale che sia l'assorbimento del carico collegato. Quanti hanno realizzato un inverter sprovvisto di uno stadio del genere sanno che la tensione di uscita varia entro limiti piuttosto ampi a seconda del carico applicato in uscita. Ad esempio, se al nostro inverter stacchiamo il regolatore, la tensione di uscita passa da 320 volt con un carico da 20 watt, a 280 volt con un carico da 60 watt, ed a 180 con il carico massimo di 250 watt. Al contrario, con il regolatore inserito, la tensione di uscita varia tra un minimo di 210 e un massimo di 230 volt, sempre ammesso che la batteria sia carica. Altra caratteristica del nostro circuito è la frequenza della tensione alternata di uscita che risul-

ta particolarmente precisa grazie all'oscillatore quarzato. In molti casi non è necessario che la frequenza di rete sia precisissima, in altri, invece, questa caratteristica riveste la massima importanza. Ricordiamo, ad esempio, gli orologi digitali che nella maggior parte dei casi utilizzano come base dei tempi proprio la frequenza di rete. Nonostante le elevate prestazioni il circuito dell'inverter è abbastanza semplice e la sua realizzazione è alla portata di chiunque.

Per facilitare ulteriormente il compito a quanti intendono realizzare questa utilissima apparecchiatura, abbiamo approntato un kit comprendente tutti i componenti, compresi i dissipatori e, soprattutto, il trasformatore elevatore da 300 watt. Da questo elemento dipende infatti il buon funzionamento dell'intero circuito. Il trasformatore da utilizzare in questo caso deve essere realizzato rispettando particolari specifiche tecniche; trasformatori di questo tipo sono difficilmente reperibili in commercio e vanno perciò autocostruiti. Per questo genere di applicazioni, i due avvolgimenti che compongono il primario vanno avvolti affiancati e il rapporto di elevazione deve essere leggermente superiore rispetto a quello teorico.

La seconda sezione del nostro gruppo di continuità, ovvero il circuito di commutazione e ricarica, provvede a mantenere sempre carica la batteria a 12 volt utilizzata per immagazzinare energia e ad attivare nel più breve tempo possibile l'inverter in caso di mancanza di energia. Anche questo apparecchio è disponibile in scatola di montaggio. Per quanto riguarda la batteria, dalla sua capacità (che si misura in ampere/ora) dipende l'autonomia di funzionamento del gruppo di continuità. Collegando all'uscita dell'inverter il massimo carico (250 watt), il consumo di corrente ammonta a circa 30 ampere, mentre con un carico di 100 watt l'assorbimento è di 15 ampere circa. A vuoto l'assorbimento è di appena 2 ampere. Utilizzando una batteria da 35 A/h quale quella da noi impiegata per

le prove, l'autonomia ammonta a 70 minuti nel primo caso ed a circa 140-150 nel secondo. Facendo ricorso a batterie di maggiore capacità l'autonomia aumenta in misura proporzionale. I tempi di ricarica sono invece molto più lunghi; per ricaricare completamente una batteria da 35 A/h sono necessarie almeno 15/20 ore.

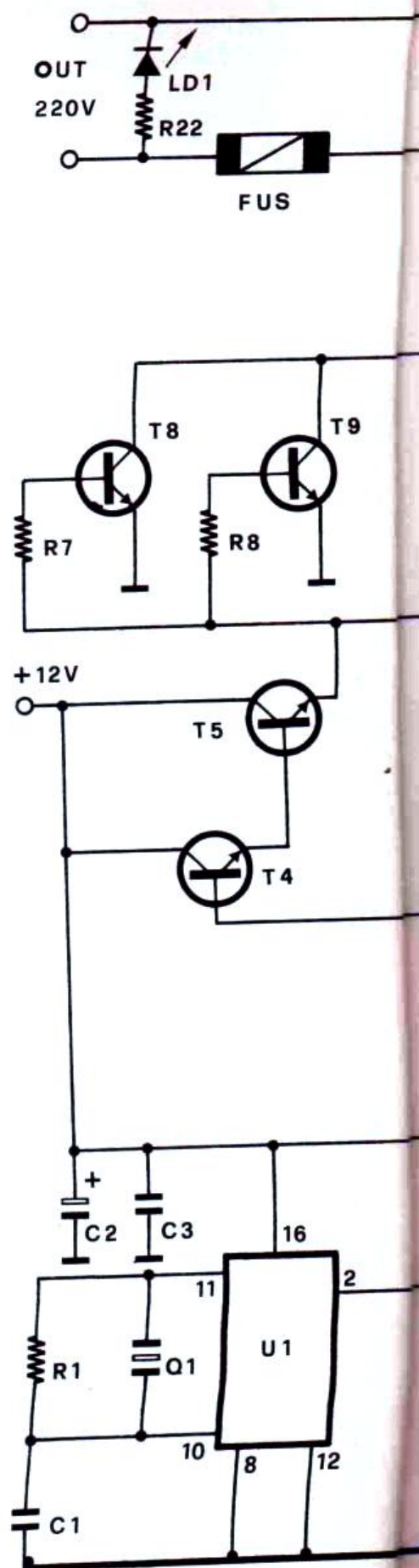
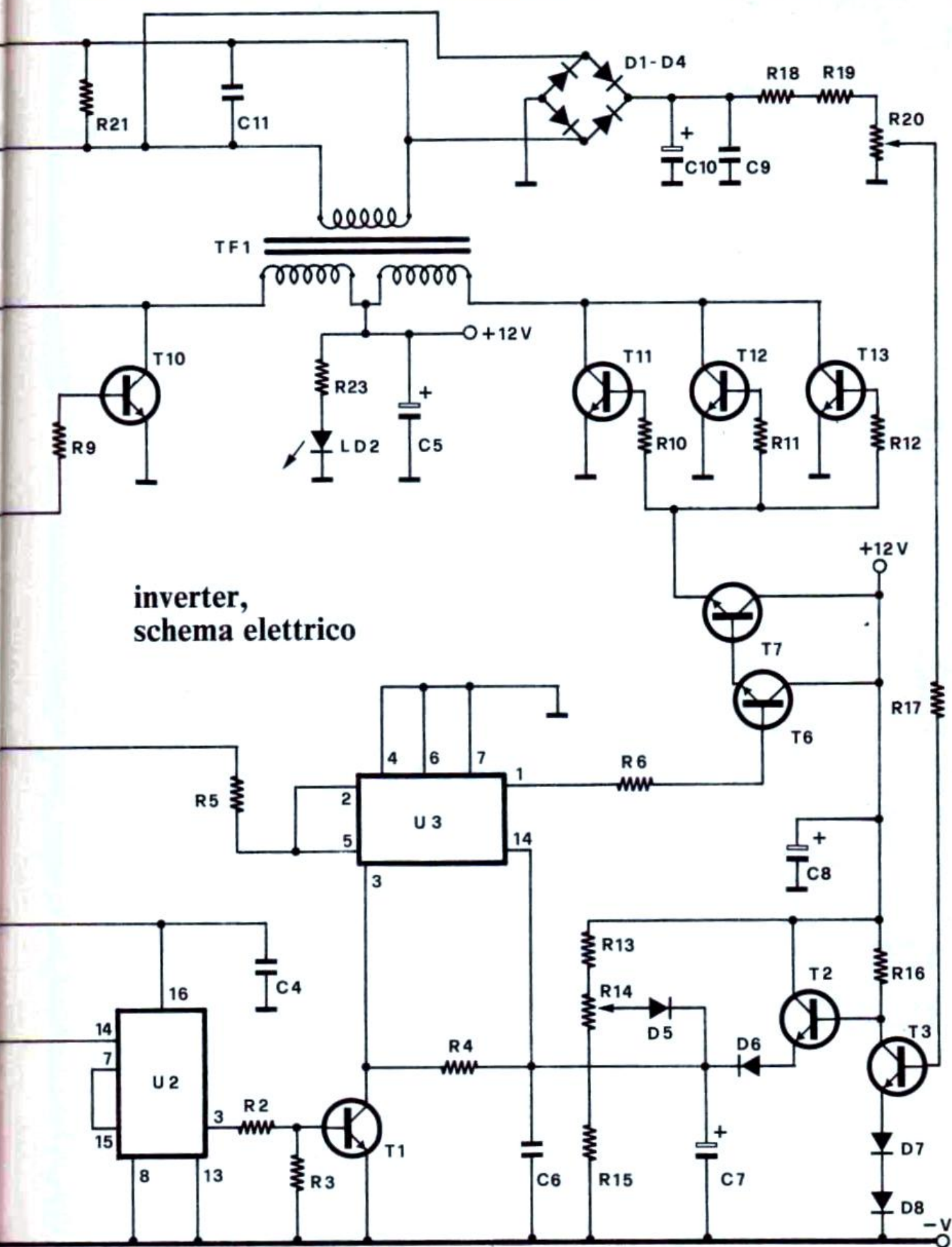
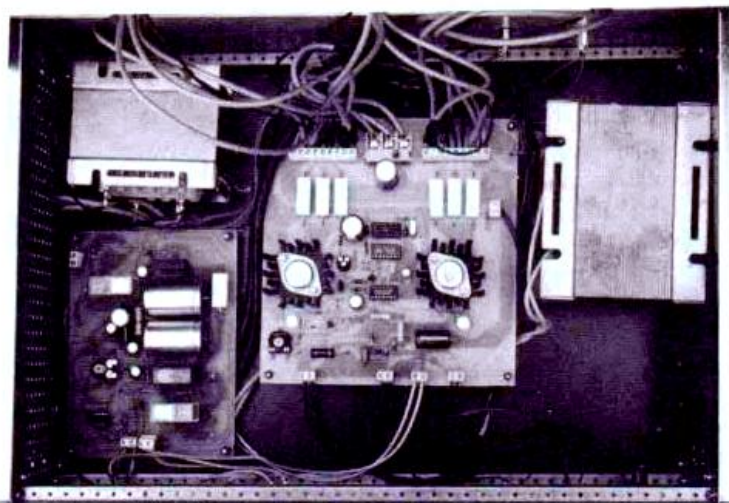
Il nostro prototipo, nella versione «gruppo di continuità», è stato alloggiato all'interno di un elegante contenitore metallico Ganzerli sul frontale del quale sono stati fissati i cinque led che ci forniscono le informazioni necessarie relative al funzionamento dell'intero apparato. Anche se il peso è notevole (oltre 25 chili esclusa la batteria), le dimensioni non sono particolarmente imponenti.

Dopo questa lunga chiacchierata iniziale, analizziamo ora i due schemi iniziando da quello

dell'inverter. Questo circuito è composto da un oscillatore quarzato che fa capo agli integrati U1 *e U2, da un flip-flop che utilizza* l'integrato U3, da due stadi di potenza (T8-T13), da un circuito elevatore (TF1) e da uno stadio di regolazione (T2-T3). Il funzionamento di quest'ultimo circuito è molto semplice. Al suo ingresso giunge una tensione continua la cui ampiezza è proporzionale alla tensione alternata di uscita. La tensione continua alimenta, tramite uno stadio amplificatore, l'integrato U3 che fornisce gli impulsi di controllo ai due stadi di potenza. Se la tensione alternata presente in uscita diminuisce per effetto di un carico maggiore, il regolatore aumenta la tensione di alimentazione del flip-flop. Ne consegue che anche gli impulsi di uscita presentano una maggior ampiezza e perciò la corrente che fluisce nello stadio di potenza aumenta in proporzione. Ciò provoca un aumento della tensione di uscita che compensa l'abbassamento precedente. Ma procediamo con ordine. L'oscillatore fa capo all'integrato U1, un CMOS del tipo 4060. Tale integrato, oltre a contenere l'oscillatore, dispone di una serie di divisori per due collegati in cascata.

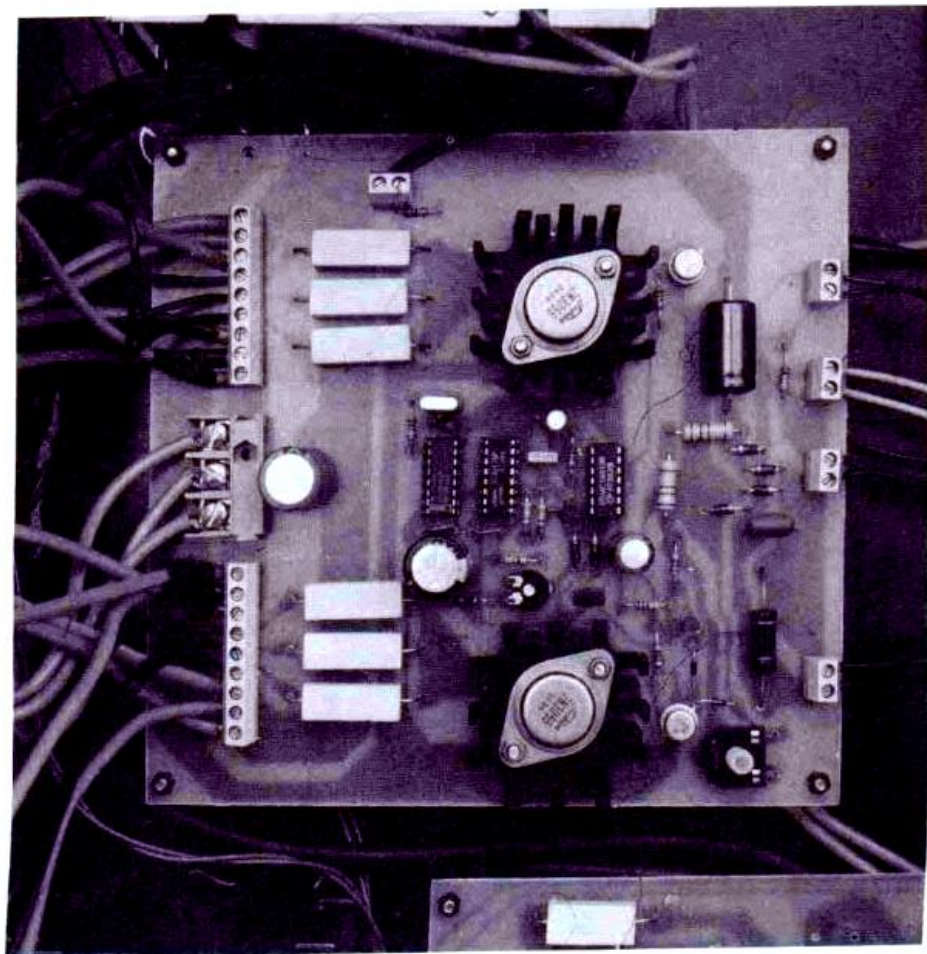
Il quarzo determina la frequenza di oscillazione che nel nostro caso è di 2,4576 MHz. Tale frequenza viene solitamente utilizzata nei baud-rate generator in quanto rappresenta un multiplo di 300/600/1200 eccetera, velocità queste utilizzate nelle trasmissione dati. Nel nostro caso il segnale presente sul piedino 2 di U1 presenta una frequenza di 300 Hz esatti. Tale segnale viene inviato ad un divisore per tre che fa capo all'integrato 4017 (U2). Questo chip, solitamente utilizzato come decade di conteggio, può essere facilmente programmato per ottenere un qualsiasi rapporto di divisione compreso tra 2 e 9; a tale scopo è sufficiente collegare al piedino di reset (pin 15) l'uscita corrispondente. Collegando tra loro il pin 7 e il pin 15 otteniamo perciò in uscita una frequenza di 100 Hz. Tale segnale viene inviato, tramite il transistor T1, all'ingresso del flip-flop 4013 ovvero al pin 3 di questo chip. Le due uscite del bistabile (pin 2/5 e pin 1) controllano altrettanti stadi di potenza *che fanno capo ai transistor* T4/T5/T8/T9/T10 ed a T6/T7/T11/T12/T13. L'ampiezza degli impulsi presenti sulle uscite di U3 è di poco inferiore alla tensione di alimentazione dell'integrato; è evidente che maggiore è l'ampiezza degli impulsi, maggiore risulta anche la corrente che fluisce nei due stadi di potenza.

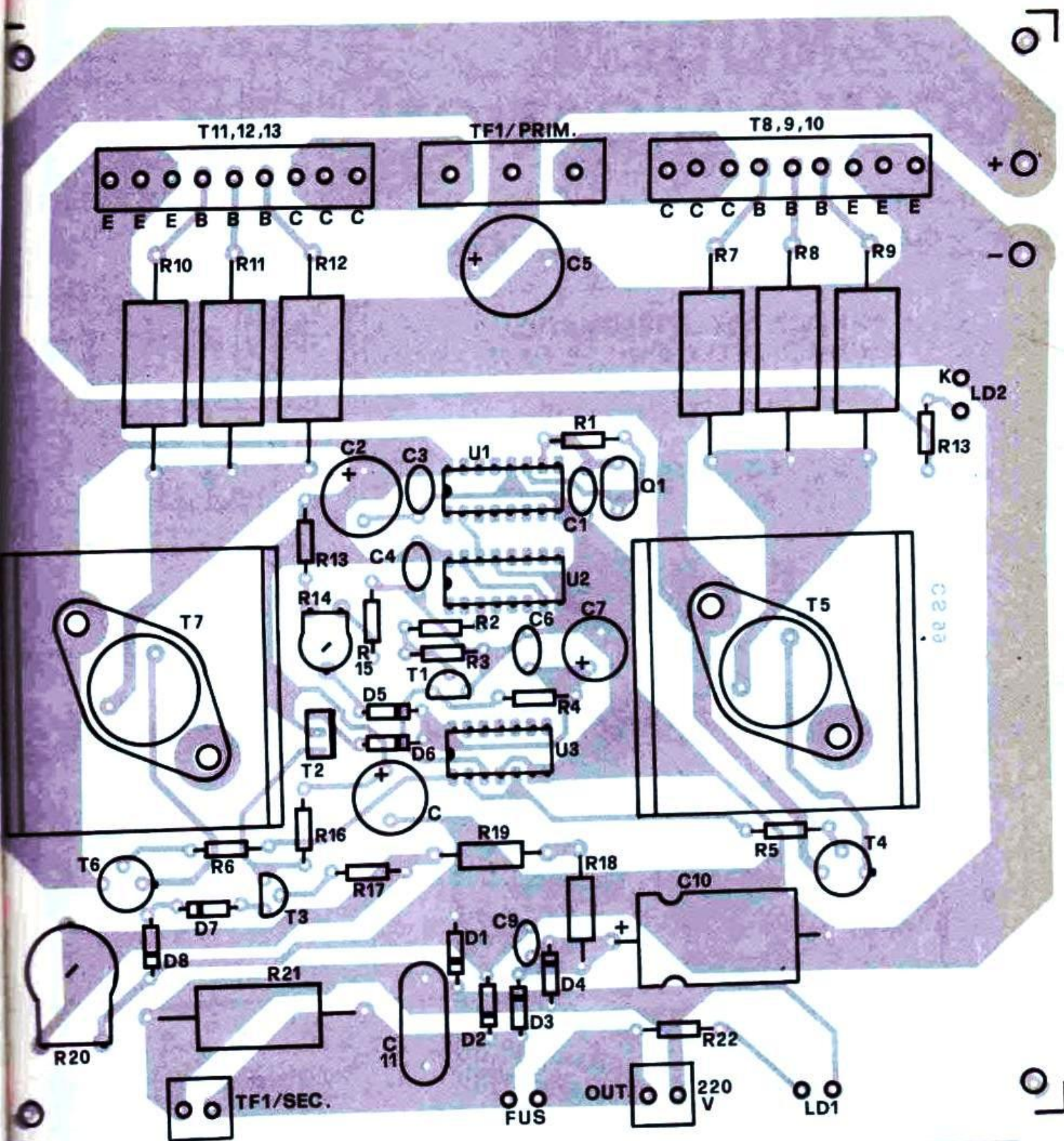
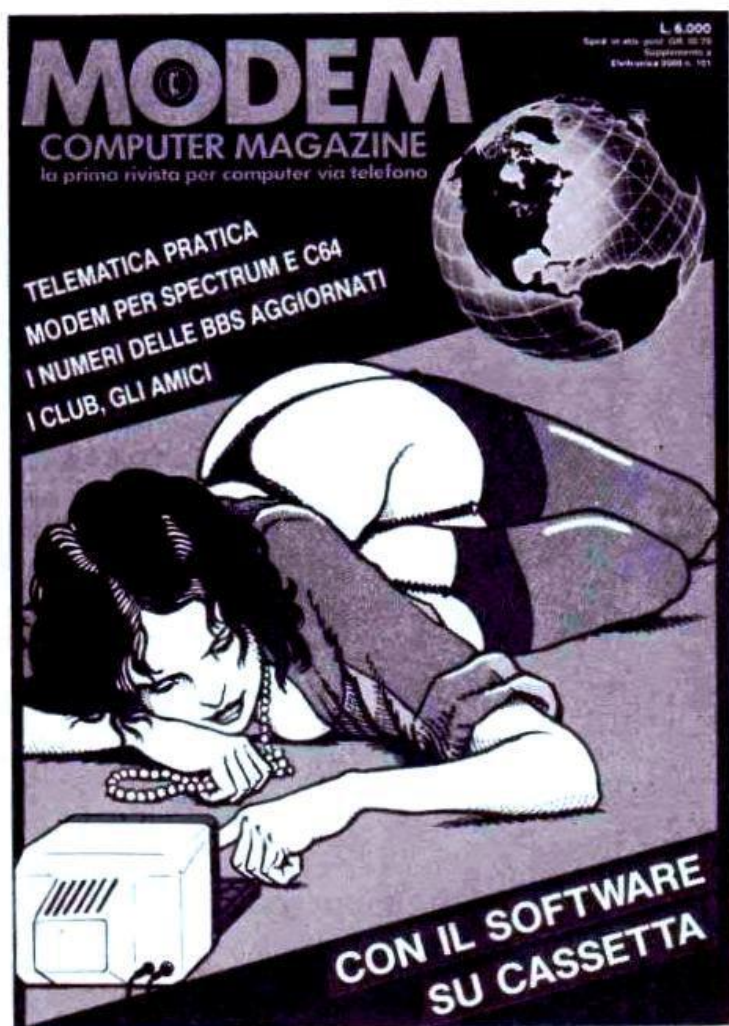
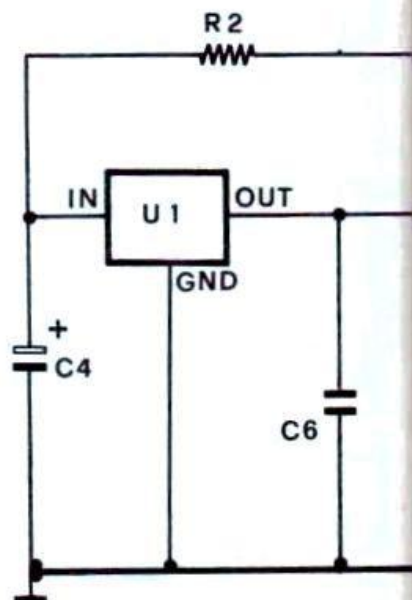
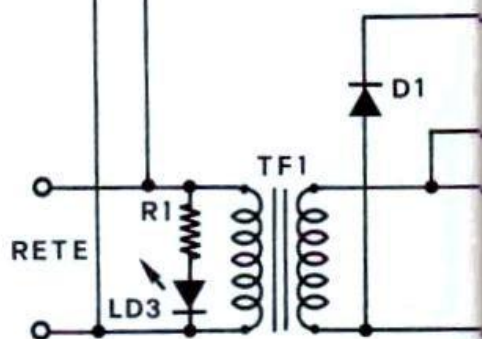
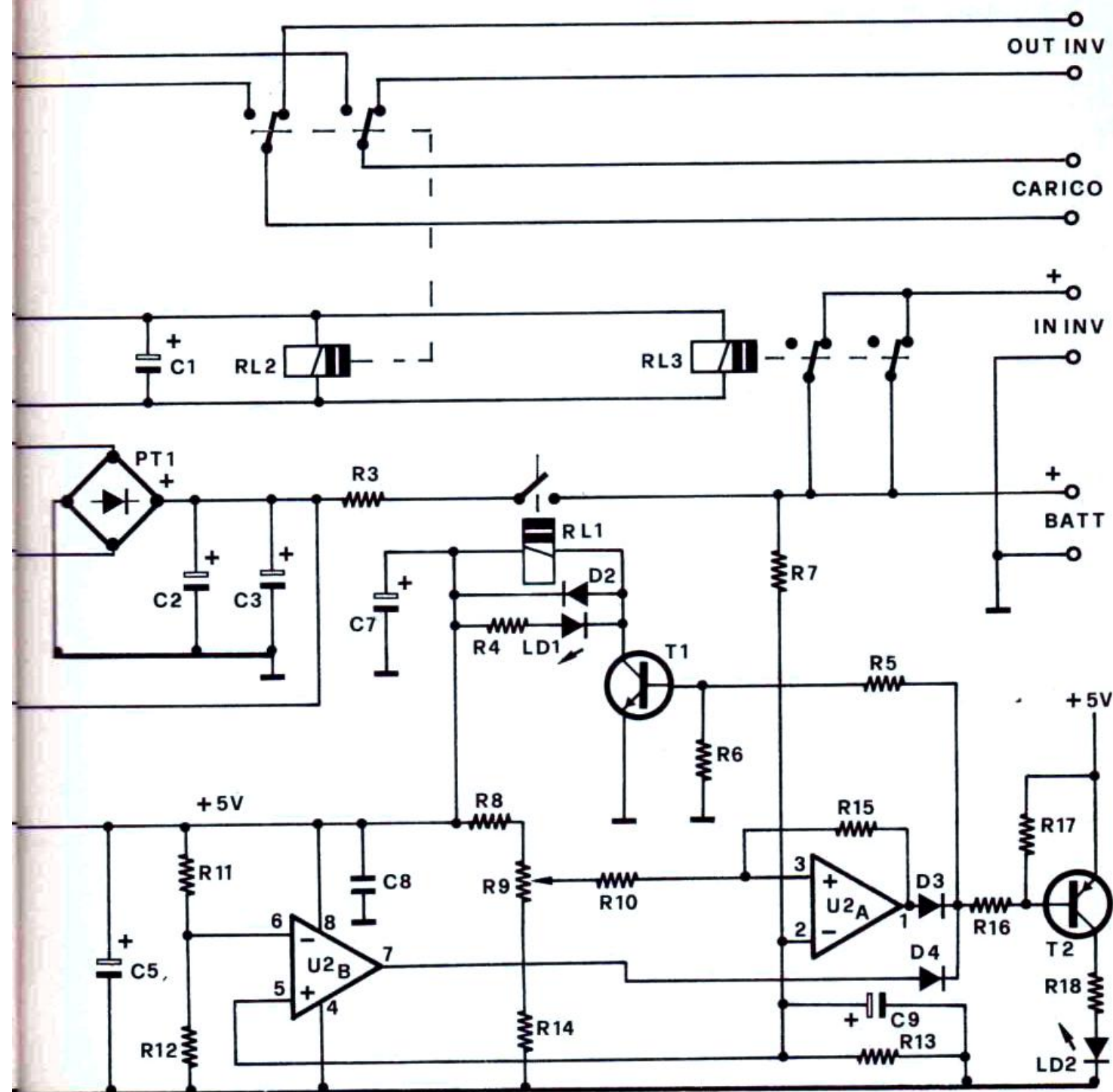
In pratica, perciò, aumentando o diminuendo la tensione di alimentazione di U3, si aumenta o si diminuisce la potenza che l'apparato è in grado di erogare. I due stadi di potenza utilizzano ciascuno tre transistor tipo 2N3055 collegati in parallelo i quali complessivamente sono in grado di lavorare con una corrente massima di 45 ampere. Al posto dei tre 2N3055 avremmo potuto utilizzare un solo transistor in grado di operare con correnti simili; abbiamo tuttavia optato per la prima soluzione data la scarsa reperibilità di elementi di questo tipo e il loro costo decisamente superiore a quello di tre 2N3055. Utilizzando un solo transistor di potenza per ogni ramo avremmo anche dovuto utilizzare particolari dissipatori di calore, anche questi difficilmente reperibili. Gli impulsi di uscita della durata di 10 mS ciascuno attivano alternativamente i due stadi di potenza che sono connessi ai due avvolgimenti primari del trasformatore elevatore TF1. Ovviamente i due avvolgimenti debbono essere in opposizione di fase tra loro.

Il trasformatore presenta un rapporto in elevazione esattamente di 1 a 22; ciò significa che per ottenere 220 volt in uscita è necessario applicare a ciascun avvolgimento un impulso di almeno 10 volt. Tale è l'ampiezza degli impulsi presenti all'uscita dei due stadi di potenza in quan*to con un discreto assorbimento* la tensione della batteria scende a *11,7-11,8 volt ai quali bisogna* togliere la tensione di saturazione dei transistor di potenza (circa 1 volt) ed anche la leggera caduta di tensione dovuta alla resistenza dei cavi di collegamento (circa 0,3/0,5 volt). Ecco spiegato per-

inverter,
schema elettrico

Il nostro è un progetto completo di un gruppo di continuità: se si vuole i due circuiti, quello dell'inverter e quello della commutazione e ricarica possono essere costruiti e usati indipendentemente.

COMPONENTI
(Inverter)

R1 = 4,7 Mohm
R2,R3 = 100 Kohm
R4 = 10 Kohm
R5,R6,R17 = 22 Kohm
R7,R8,R9,R10,R11,R12 = 10 Ohm 5W
R13 = 270 Ohm
R14 = Trimmer 220 Ohm
R15 = 47 Ohm
R16 = 2,7 Kohm
R17 = 22 KΩ
R18,R19 = 22 Kohm 1W
R20 = Trimmer 1 Kohm
R21 = 22 Kohm 3W
R22 = 47 Kohm 1W
R23 = 1 Kohm
C1 = 10 pF
C2,C5,C8 = 470 μF 25 VL
C3,C4,C6,C9 = 100 nF
C7 = 10 μF 16 VL
C10 = 10 μF 350 VL
C11 = 100 nF 630 VL pol.
Q1 = Quarzo 2,4576 MHz
D1,D2,D3,D4 = 1N4007
D5,D6 = 1N4002
D7,D8 = 1N4148
Ld1,Ld2 = Led rossi
T1,T3 = BC237B
T2 = BD677
T4,T6 = 2N1711
T5,T7,T8,T9,T10,T11, T12,T13 = 2N3055
U1 = 4060
U2 = 4017
U3 = 4013
Fus = 2A
TF1 = 10+10/220V 300VA
Varie: 1 Portafusibili da pannello, 2 dissipatori T0-3 da stampato, 6 dissipatori T0-3, 2 zoccoli 8+8, 1 zoccolo 7+7, 1 Cs cod. 099.

ché l'ampiezza degli impulsi che giungono al trasformatore elevatore non supera mai i 10 volt. Sull'avvolgimento secondario risulta perciò presente una tensione alternata la cui ampiezza ammonta a circa 220 volt. La resistenza R21 ed il condensatore C11 eliminano i picchi di tensione (presenti soprattutto a vuoto) in corrispondenza dei fronti di salita e di discesa. Il fusibile ha il compito di salvaguardare l'intera apparecchiatura nei confronti di accidentali corto circuiti di uscita mentre il led LD1 segnale con la sua accensione la presenza della tensione a 220 volt.

La forma d'onda presente all'uscita dell'inverter è di tipo rettangolare: al contrario di quanto comunemente si crede, per la maggior parte delle applicazioni ciò non comporta alcun inconveniente. Per rendere meno brusco il cambio di polarità è possibile fare ricorso a dei filtri LC o RLC;

un buon filtro rete di quelli utilizzati per i computer è già sufficiente per «arrotondare» la forma d'onda della tensione a 220 volt. Riteniamo tuttavia che, anche in base alle esperienze fatte col nostro prototipo in questi tre mesi, l'impiego di filtri LC di uscita non sia necessario. Oltre a giungere ai morsetti di uscita, la tensione a 220 volt viene raddrizzata e resa continua dal ponte di diodi D1-D4 e dal condensatore C10. La tensione continua presente ai capi di C10 risulta dunque proporzionale alla tensione alternata di uscita. Una piccola parte di questa tensione continua viene prelevata tramite il trimmer R20 ed utilizzata per polarizzare il transistor T3 la cui tensione di collettore risulta perciò inversamente proporzionale alla tensione alternata. La tensione di collettore, tramite T2 e D6, giunge al piedino di alimentazione (pin 14) del flip-flop U3.

Da quanto fin qui esposto ed in base a quanto detto anche all'inizio dell'articolo, se l'ampiezza della tensione alternata di uscita tende a scendere a causa di un maggiore assorbimento, la tensione di alimentazione di U3 tende automaticamente a salire compensando tale abbassamento e viceversa. Mediante il trimmer R20 è possibile scegliere il punto di equilibrio di questo sistema automatico di regolazione ovvero stabilire quale deve essere la tensione di uscita che il circuito deve

fornire. Il trimmer R14 ha il compito di fornire al pin 14 di U3 la tensione minima di funzionamento. Senza tale rete, tutto lo stadio di regolazione non potrebbe funzionare a dovere.

Completano lo stadio dell'inverter vari condensatori di filtro sparsi strategicamente lungo la linea di alimentazione ed il led LD2 che segnala con la sua accensione la presenza della tensione di alimentazione a 12 volt. Come detto in precedenza, l'inverter può funzionare in maniera del tutto autonoma; basta infatti collegare i capi di una batteria carica all'ingresso per ottenere la tensione a 220 volt.

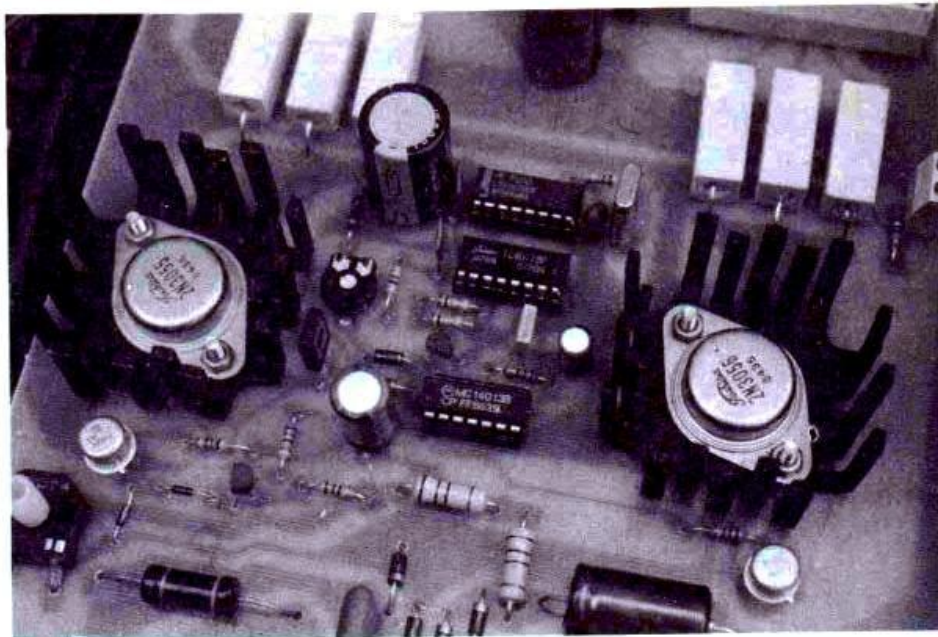
Se invece volete realizzare un gruppo di continuità o semplicemente volete avere a disposizione una batteria sempre carica, non resta che realizzare anche la seconda parte di questo dispositivo. Lo schema elettrico di questa sezione non è particolarmente complesso. Il circuito che fa capo all'integrato U2 ed al trasformatore RL1 ha il compito di verificare se la batteria è carica o meno ed in caso di necessità di provvedere in merito. Il tutto, ovviamente, in maniera completamente automatica. Ai due relé doppi è invece affidato il compito di fare entrare in funzione l'inverter nel caso venga a mancare la tensione di rete. Normalmente la tensione presente sul secondario del trasformatore TF1 mantiene attaccati i due relé; il carico connesso all'uscita dell'apparecchiatura risulta perciò collegato, tramite i contatti di RL2, alla ten-

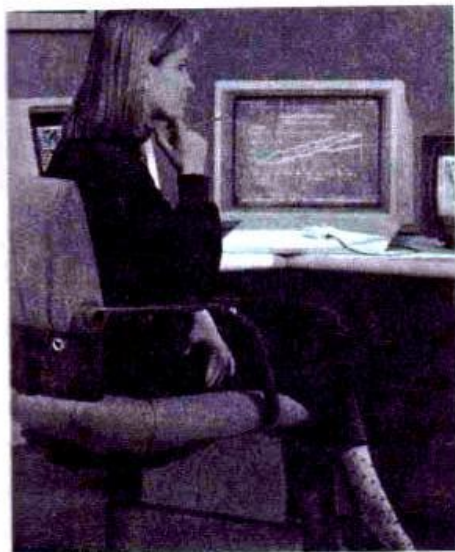
sione di rete mentre il positivo della batteria non è collegato all'ingresso a 12 volt dell'inverter in quanto i contatti relativi sono aperti. Se viene a mancare la tensione di rete, i due relè si portano nello stato di riposo: l'inverter risulta alimentato e la sua uscita a 220 volt fornisce tensione al carico. Il tempo di intervento è molto rapido in quanto il condensatore C1 si scarica in una frazione di secondo sulla bassa resistenza dei relè e i contatti degli stessi impiegano ancor meno per tornare nello stato di riposo. La tensione alternata presente ai capi dell'avvolgimento secondario di TF1 viene utilizzata anche per ricaricare la batteria. Tale tensione viene raddrizzata e filtrata da C2 e C3 ai capi dei quali troviamo a vuoto una tensione continua di 18,9 volt che scende a 15/16 volt con il ricaricatore in funzione.

Lo stadio che fa capo a U2 consente di verificare se la batteria è carica o meno attivando il ricaricatore quando necessario. In pratica questo circuito entra in funziona se la tensione della batteria scende sotto i 12,5 volt circa; in questo caso ha inizio il ciclo di ricarica che termina quando la tensione ai capi della batteria raggiunge i 14,2/14,5 volt. La corrente di carica dipende dallo stato della batteria ed in ogni caso non supera i 4 ampere. Con un elemento da 35 A/h sono necessarie 15/20 ore per ottenere una completa ricarica della batteria. Il circuito che fa capo a U2 viene alimentato con una tensione di 5 volt fornita dal regolatore U1. Compito dell'operazionale U2b è quello di tenere attraccato il relè in assenza della batteria; il secondo operazionale (U2a) attiva il relè in funzione della tensione presente ai capi della batteria. Sull'ingresso non invertente (pin 2) è presente una tensione che risulta 5,93 volte inferiore a quella della batteria. Se ad esempio, la batteria presenta un potenziale di 12,5 volt, sul pin 2 troviamo una tensione di 2,10 volt. La tensione presente sull'ingresso non inver-

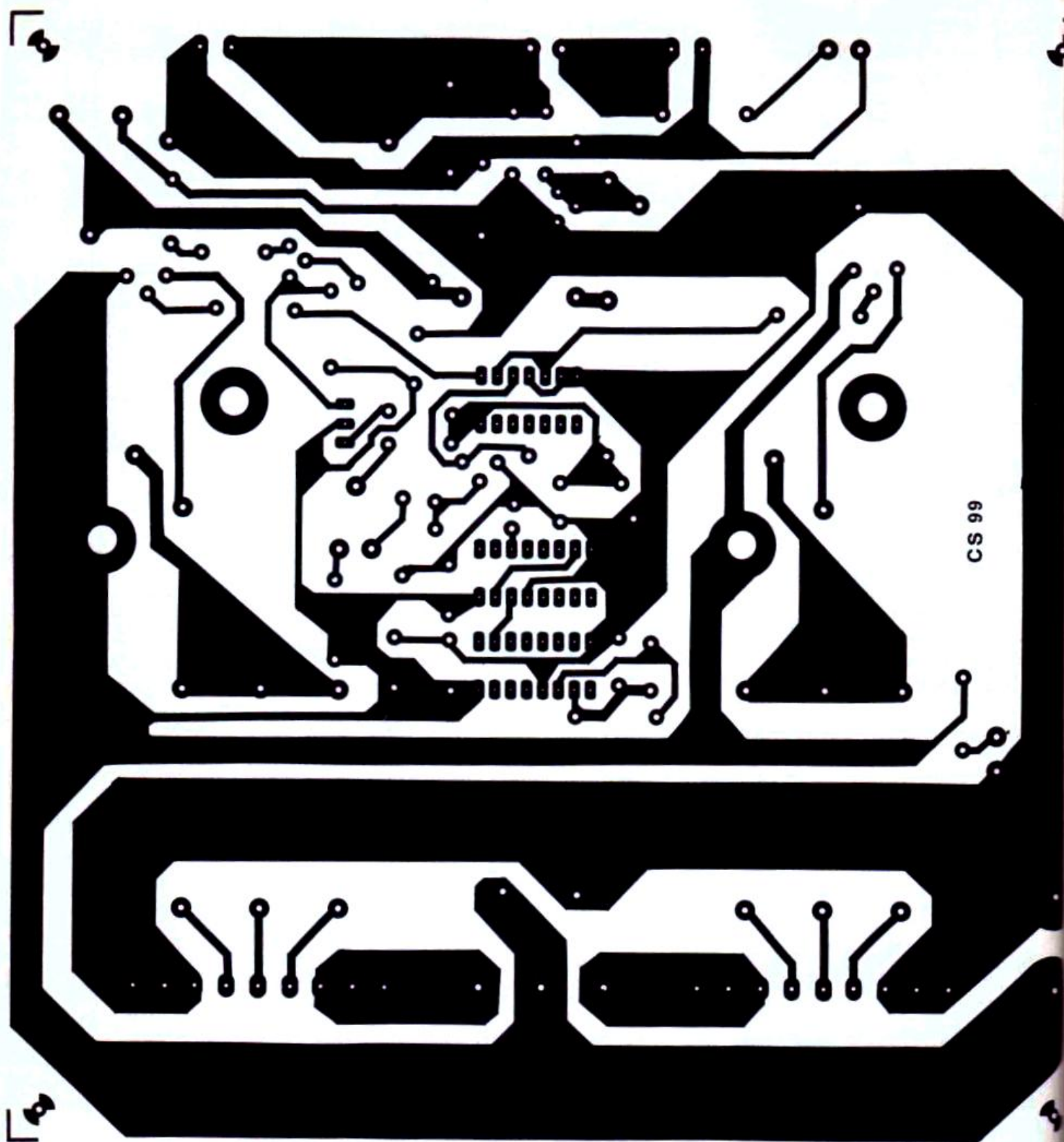
È ovvio che i cavi di collegamento alla batteria devono essere di grossa sezione!

COMPONENTI
(Ricaricatore/commutatore)

R1 = 47 Kohm 1W
R2 = 47 Ohm 1W
R3 = 1 Ohm 10 W o 5 W
R4,R18 = 560 Ohm
R5 = 470 Ohm
R6 = 330 Ohm
R7,R17 = 47 Kohm
R8,R10,R11,R12,R14 = 10 Kohm
R9 = 4,7 Kohm trimmer
R13 = 9,56 Kohm (vedi testo)
R15,R16 = 100 Kohm
C1,C5,C7 = 100 μF 25 VL
C2,C3 = 4700 μF 25 VL
C4 = 470 μF 25 VL
C6,C8 = 100 nF
C9 = 220 μF 16 VL
D1,D2 = 1N4002
D3,D4 = 1N4148
LD1,LD2,LD3 = Led rossi
T1 = BC237B
T2 = BC327B
U1 = 7805
U2 = MC1458
PT1 = Ponte KBL04
RL1 = Relé Feme 5V 1 Sc
RL2,RL3 = Relé Feme 12V 2 Sc
TF1 = 220/13,5V 80VA
Varie: 1 zoccolo 4+4, 1 Cs cod. 100.

PER IL KIT
VEDI A PAG. 127

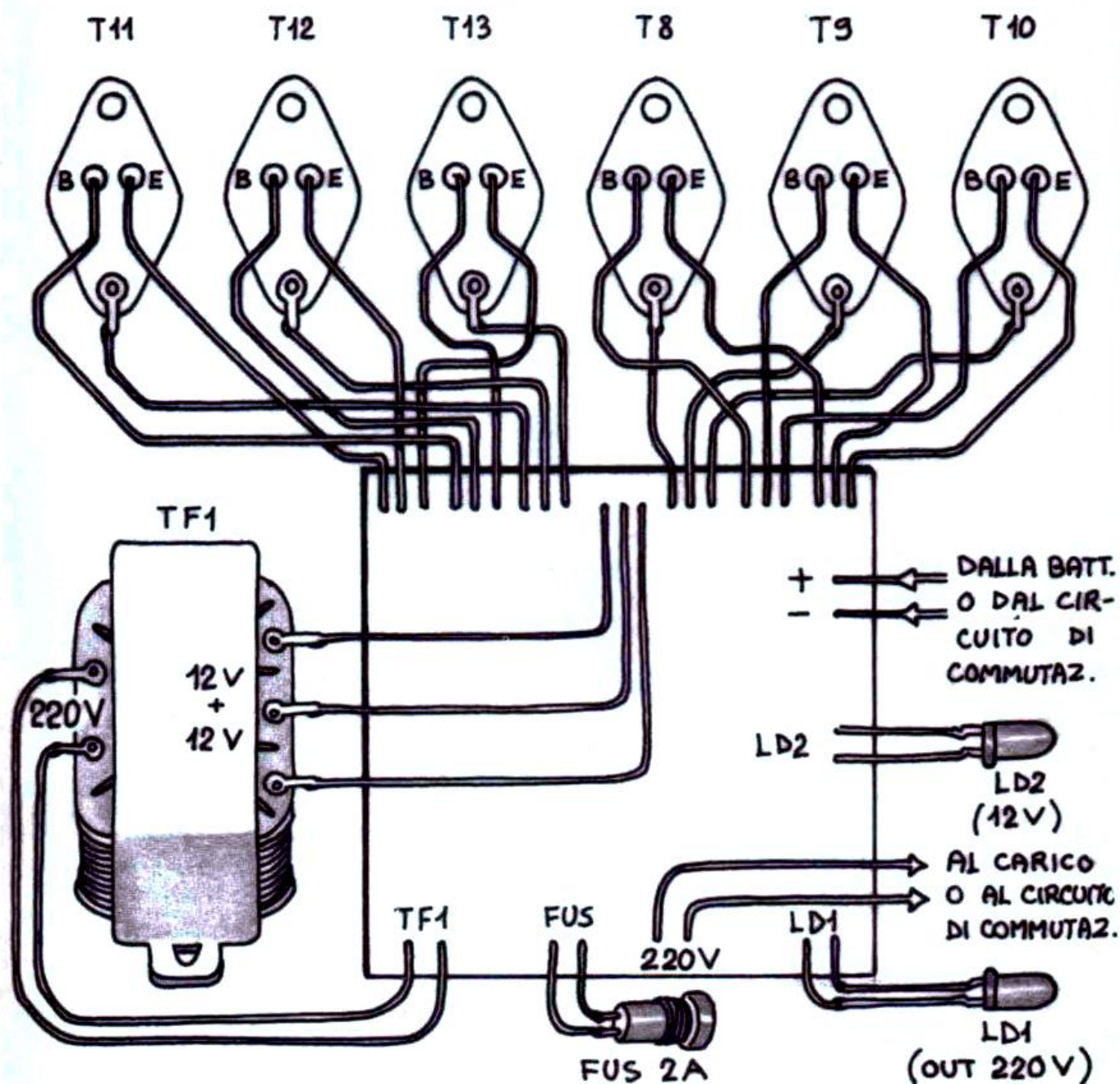
tente può essere regolata tramite il trimmer R9; questa tensione dipende anche dal livello d'uscita dell'operazionale in quanto tra il pin 1 ed il pin 3 è presente una resistenza da 100 Kohm. In ogni caso, quando la tensione presente sul pin 3 supera quella del pin 2, l'uscita dell'operazionale presenta un livello logico alto ed attiva il relè che dà inizio alla carica.

Il gruppo di continuità può essere utilizzato tranquillamente per una stazione di dati.

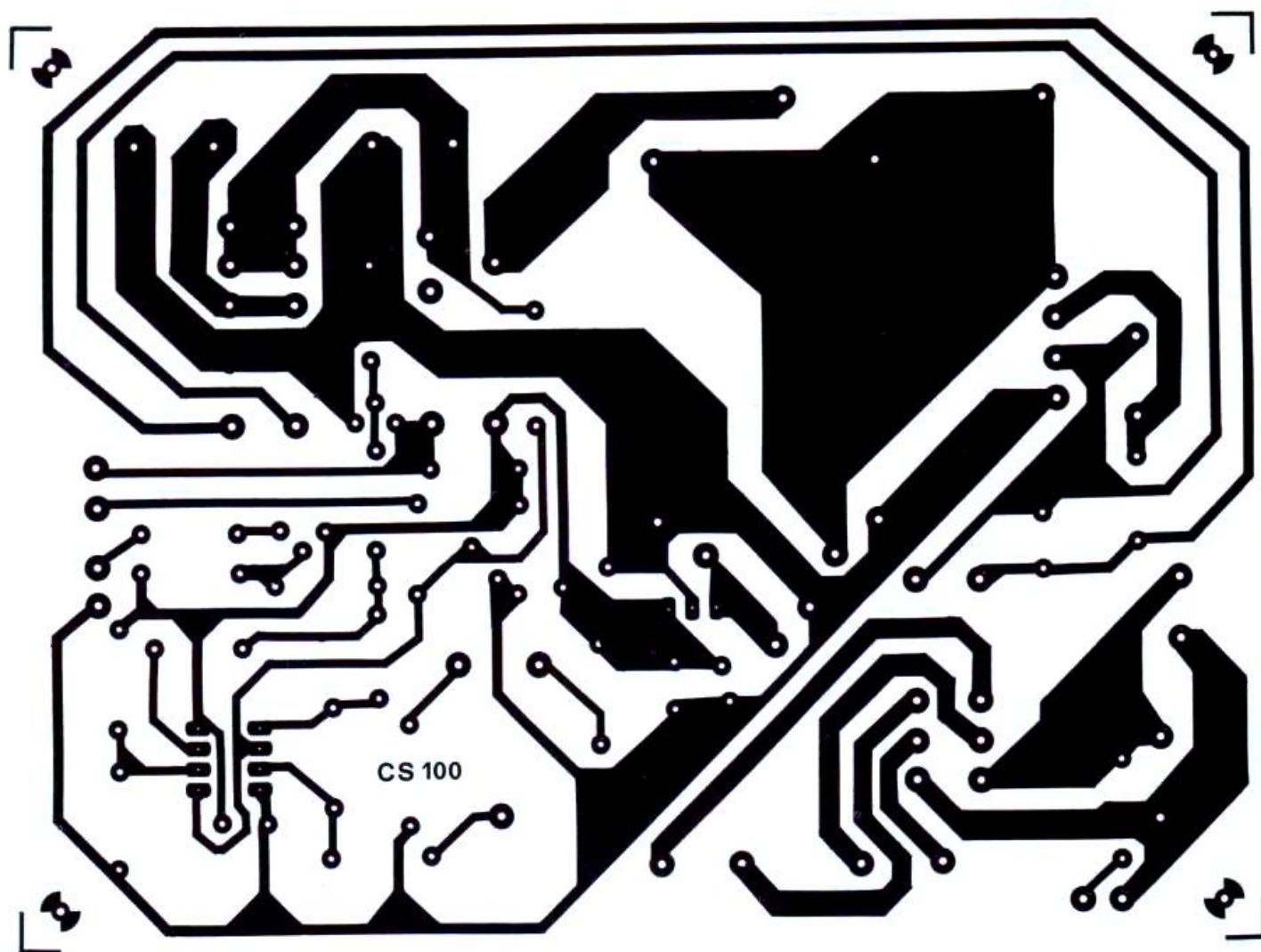
Viceversa se il livello del pin 2 supera quello del pin 3, l'uscita si porta a livello logico basso. Bisogna notare che nel nostro caso per livello logico basso si intende una tensione di 2 volt circa mentre il livello logico alto corrisponde ad una tensione di circa 4 volt. Supponiamo ora di regolare il trimmer R9 in modo da avere sul pin 3 una tensione di 2,40 volt con l'uscita dell'operazionale attiva. Tale potenziale corrisponde ad una tensione di batteria di 14,3 volt. Essendo il relè attraccato, la batteria inizia a caricarsi e la sua tensione aumenta a poco a poco così come aumenta la tensione presente sul pin 2. Quando la tensione della batteria supera i 14,3 volt, sul pin 2 risulta presente una tensione di poco superiore a 2,40 volt per cui l'uscita dell'operazionale si porta a livello basso disattivando il relè. Inoltre, con l'uscita dell'operazionale bassa, la tensione presente sul pin 3 non risulta più di 2,40 volt ma bensì di circa 2,10 volt. Pertanto se la tensione della batteria inizia a scendere, l'operazionale non cambia stato sino a quando la tensione del pin 2 non risulta inferiore a quella del pin 3 ovvero sino a quando tale tensione non scende sotto i 2,10 volt a cui corrispondono, per quanto detto in precedenza, 12,5 volt della batteria. Quando ciò accade ha inizio automaticamente un altro ciclo di ricarica. Il condensatore C9 ha l'importante compito di eliminare eventuali ondulazioni residue che renderebbero molto critico il funzionamento di questo stadio. Quando il relè è attivo risulta acceso il led LD1, in caso contrario è acceso LD2. Questi due com-

ponenti hanno dunque il compito di indicare visivamente lo stato del circuito di ricarica. Il led LD3 segnala invece la presenza della tensione di rete.

In conclusione vogliamo precisare che questo stadio è previsto per funzionare con la batteria sempre connessa; se questa non viene collegata i due led si illuminano alternativamente con una cadenza di circa 1 Hz. Quando entra in funzione l'inverter la sezione del ricaricatore che fa capo a U1 e U2 risulta alimentata tramite R3 ed il led di carica (LD1) risulta acceso. È evidente tuttavia che la batteria non viene ricaricata in quanto ai capi del trasformatore TF1 non è presente alcuna tensione. Per eliminare questo inconveniente è sufficiente inserire un diodo in serie a R3.

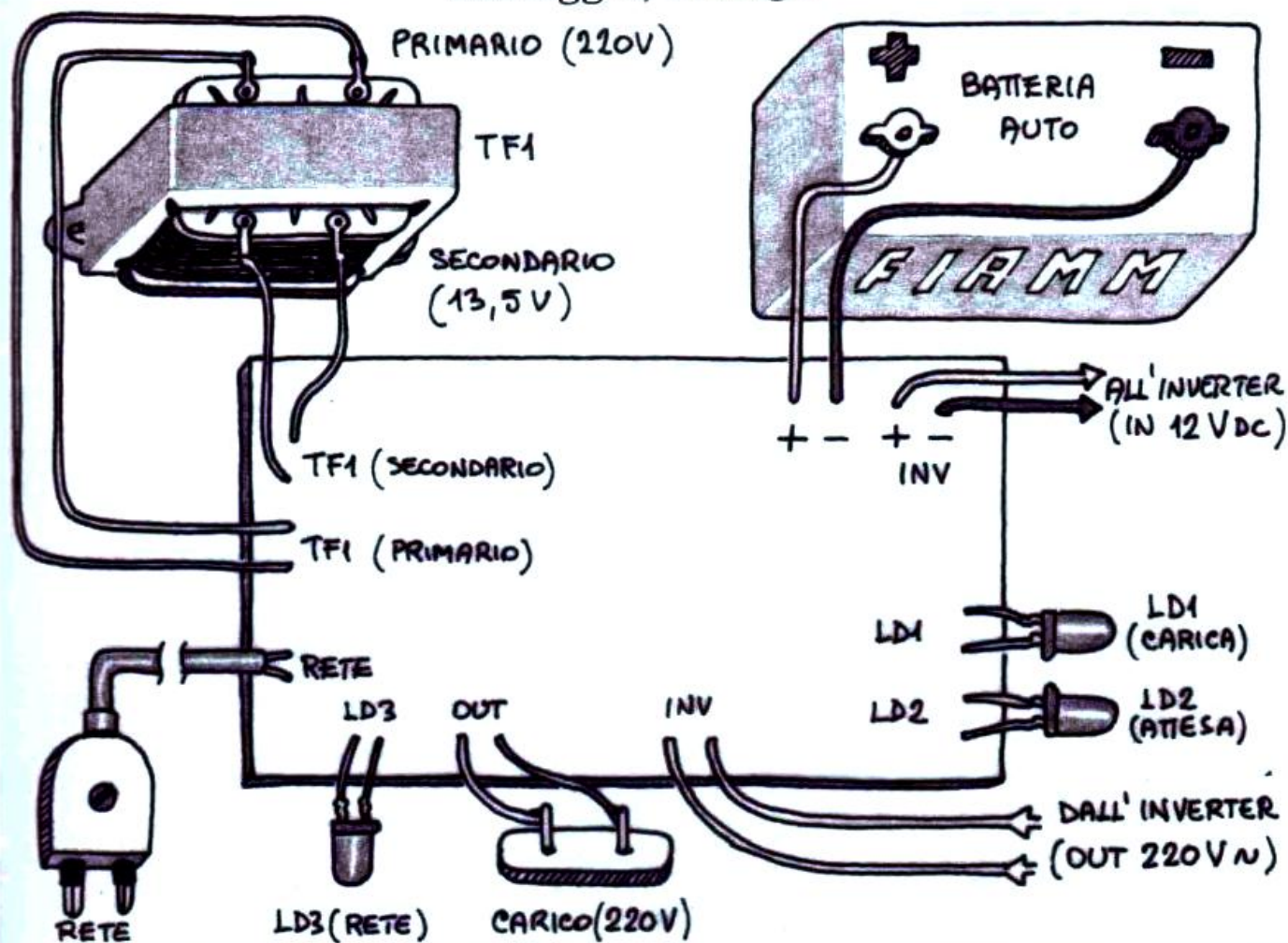
Occupiamoci ora dell'aspetto pratico di questo progetto. Per consentire di utilizzare separatamente i due circuiti, inverter e ricaricatore risultano fisicamente separati ovvero sono cablati su due basette distinte. Lo stampato

collegamenti inverter

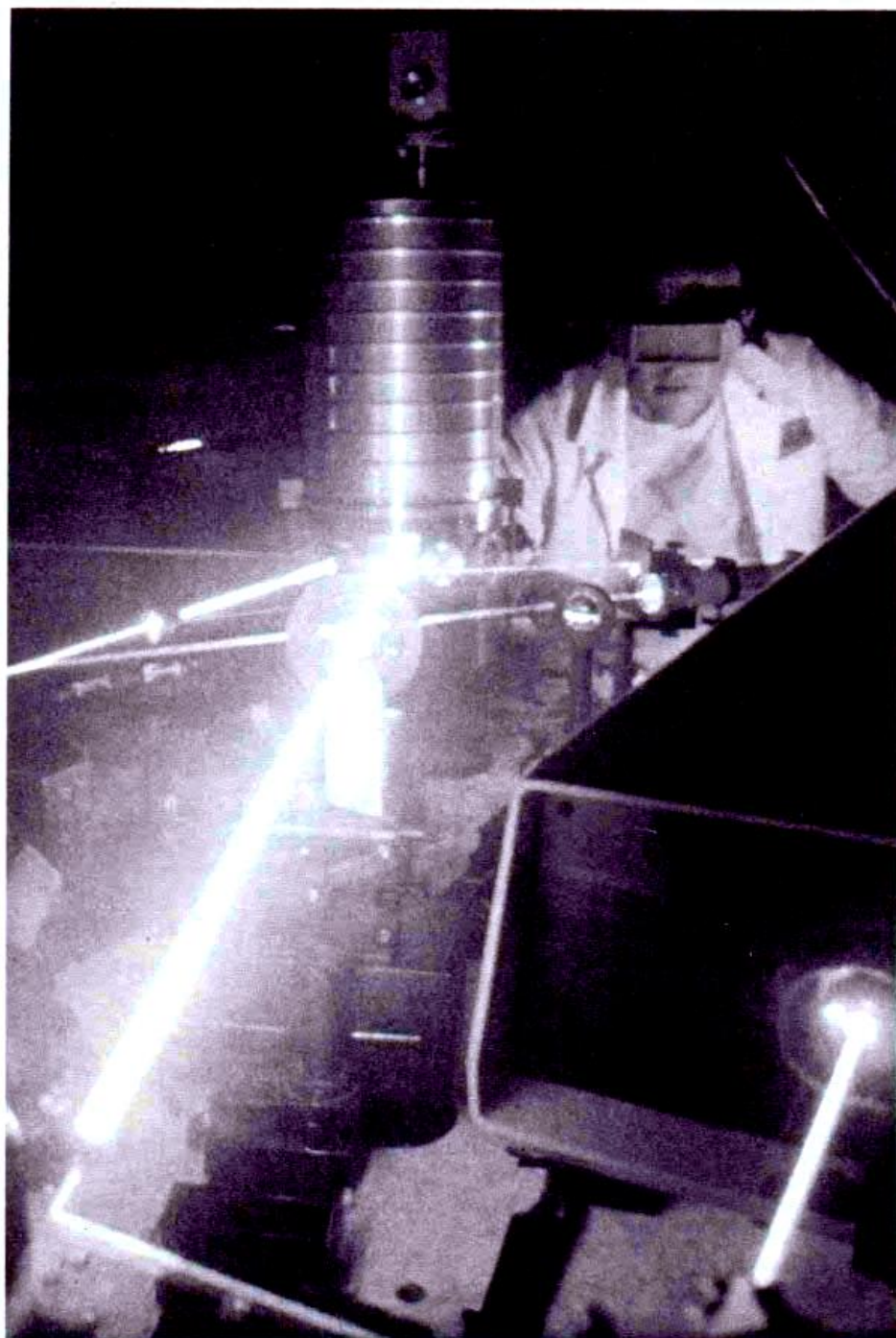
Ecco i vari collegamenti da fare sulla basetta dell'inverter: le due piastre andranno poi disposte (vedi le foto) in un buon contenitore. I transistor di potenza sono stati montati all'esterno, con gli opportuni dissipatori di calore.

dell'inverter è quello che presenta dimensioni maggiori in quanto su tale basetta sono montati anche i transistor di potenza T5 e T7 con i relativi dissipatori. Il montaggio non presenta alcuna difficoltà di rilievo. In questo caso, contrariamente al solito, consigliamo di montare il dispositivo stadio per stadio iniziando ovviamente da quello dell'oscillatore. Ultimato il cablaggio dell'oscillatore conviene verificarne il funzionamento prima di passare allo stadio successivo e così via. In questo modo, a fine lavoro, potrete collegare con relativa tranquillità i transistor di potenza e il trasformatore elevatore. I collegamenti tra la piastra e l'emettitore ed il collettore dei transistor dovranno essere realizzati con cavetto del diametro di 2,5 millimetri; ovviamente i transistor di potenza dovranno essere montati su adeguati dissipatori di calore. Questi ultimi non dovranno essere posti in contatto tra loro a meno di non fare uso di appositi kit di isolamento.

traccia rame

Prestate anche attenzione al corretto collegamento dei due secondari del trasformatore elevatore; gli avvolgimenti dovranno essere collegati nel seguente ordine: inizio-fine-inizio-fine. In caso di inversione l'inverter non erogherà alcuna corrente. Non resta ora che procedere con la taratura. Dopo aver dato un'ultima occhiata al circuito, collegate, mediante due cavi di diametro adeguato una batteria carica al circuito. Durante questa prima fase ruotate completamente il cursore di R20 verso sinistra e, dopo aver collegato all'uscita dell'inverter una lampadina da 10/20 watt, regolate il trimmer R14 in modo da misurare in uscita esattamente 220 volt. Staccando la lampadina la tensione salirà al massimo di una decina di volt. Collegate ora una o più lampade per complessivi 150/200 watt; le lampadine si illumineranno pochissimo. Regolate perciò R20 sino ad ottenere anche in questo caso una tensione di uscita di 220 volt.

Per verificare che tutto funzioni regolarmente provate a collegare carichi di potenza differente: la tensione di uscita non dovrebbe scostarsi di molto dal valore di 220 volt, al massimo la tensione subirà una variazione del 5 per cento in più o in meno. Solamente a vuoto la tensione potrà raggiungere un valore leggermente più alto (235/240 volt). La verifica del perfetto funzionamento del nostro inverter si può ottenere anche visivamente collegando due lampade da 60/100 watt ciascuna. Spegnendo una delle due lampade noterete che per un brevissimo istante la luminosità della lampadina rimasta collegata aumenterà leggermente per tornare immediatamente alla luminosità precedente. È il circuito di regolazione che interviene riducendo la corrente dei transistor finali. Anche il montaggio della basetta del circuito di ricarica non presenta alcun particolare problema. Come al solito prestate attenzione all'orientamento dei componenti polarizzati ed a quello di transistor ed integrati. Per il montaggio di U2 è consigliabile fare ricorso ad uno zoccolo a 4+4 pin. Al fine di agevolare le operazioni di taratura, in un primo tempo non montate il relé RL1. La resistenza R13 deve presentare un valore di 9,56 Kohm, in pratica bisogna montare dal lato componenti una resistenza da 10 Kohm e in parallelo, dal lato saldature, una resistenza da 220 Kohm. Ultimato il cablaggio date tensione e collegate ai morsetti di uscita un alimentatore a tensione variabile anziché la batteria. Non essendo presente il relé non c'è alcun pericolo che si verifichi un corto circuito tra il ricaricatore e

cablaggio, dettagli

l'alimentatore esterno. Dopo aver verificato che la tensione erogata dall'integrato U1 sia esattamente di 5 volt, regolate la tensione dell'alimentatore esterno a 10/11 volt e ruotate R9 sino a misurare sul pin 3 una tensione di 2,40 volt esatti. In questa particolare condizione LD1 risulta acceso mentre LD2 è spento. Aumentate ora lentamente la tensione dell'alimentatore controllando con il tester il potenziale presente sul pin 2. Quando la tensione presente su questo terminale supera i 2,40 volt, l'operazionale deve commutare e la tensione sul pin 3 deve scendere a 2,10 volt circa. Anche i due led cambiano di stato segnalando che il circuito ora non carica più. Diminuite ora lentamente la tensione dell'alimentatore; quando questa raggiungerà i 12,5 volt il circuito commuterà nuovamente. Se anche quest'ultima prova ha dato esito positivo staccate l'alimentatore ed inserire il relé. Approfittate di questa occasione per stagnare, se già non lo avete fatto in precedenza, tutte le piste attraversate dalla corrente erogata dalla batteria. Controllate anche che gli altri due relé funzionino a dovere ovvero che in presenza di tensione di rete entrino in funzione per ritornare nello stato di riposo non appena la tensione viene a mancare.

I COLLEGAMENTI DA FARE

Effettuata anche quest'ultima verifica potrete collegare tra loro le piastre come indicato nel piano generale di cablaggio. Tutto il dispositivo può essere alloggiato all'interno di un contenitore tipo rack della Ganzerli, esattamente come abbiamo fatto noi per realizzare il prototipo che potete vedere nelle fotografie. Se anche voi intendete adottare la stessa soluzione dovrete realizzare cinque fori sul pannello frontale per il montaggio dei led di segnalazione; sul retro vanno invece realizzati i fori passanti per il cavo di alimentazione nonché quelli per i due cavi di collegamento alla batteria. Bisogna inoltre realizzare i fori di fissaggio per due o più prese di uscita e quelli relativi ai sei dissipatori montati all'esterno. Nel nostro caso abbiamo fatto ricorso ad un kit di isolamento per ciascun transistor di potenza in modo da evitare la possibilità di pericolosi corto circuiti tra i finali. A montaggio ultimato non resta che verificare il funzionamento dell'insieme staccando la spina dalla rete e controllando che l'inverter entri immediatamente in funzione fornendo tensione al carico. ■

Generatore di luce coerente. Potenza 2 mW. Per splendidi effetti luce o per la cura della tua bellezza!

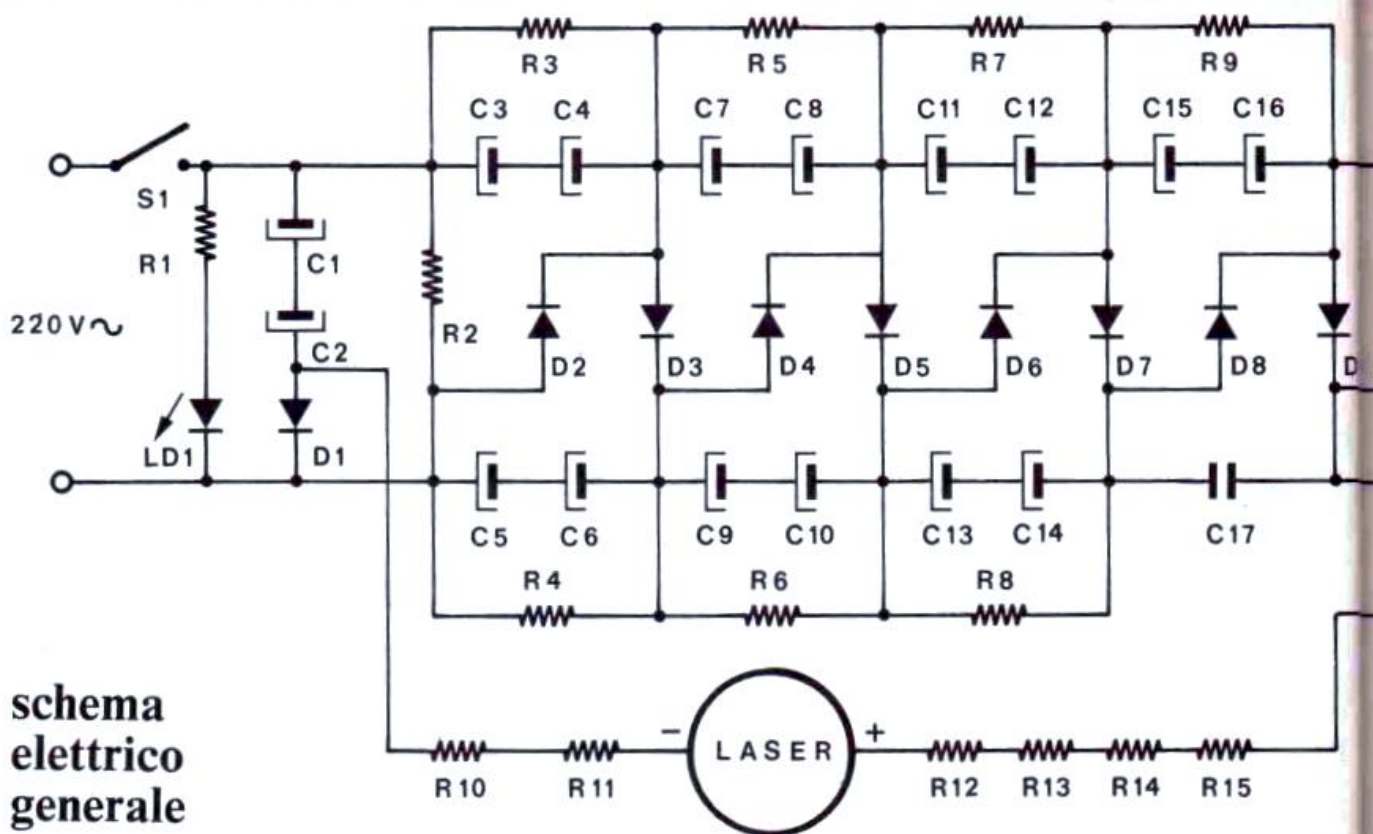
OPTO

LASER MULTI PURPOSE

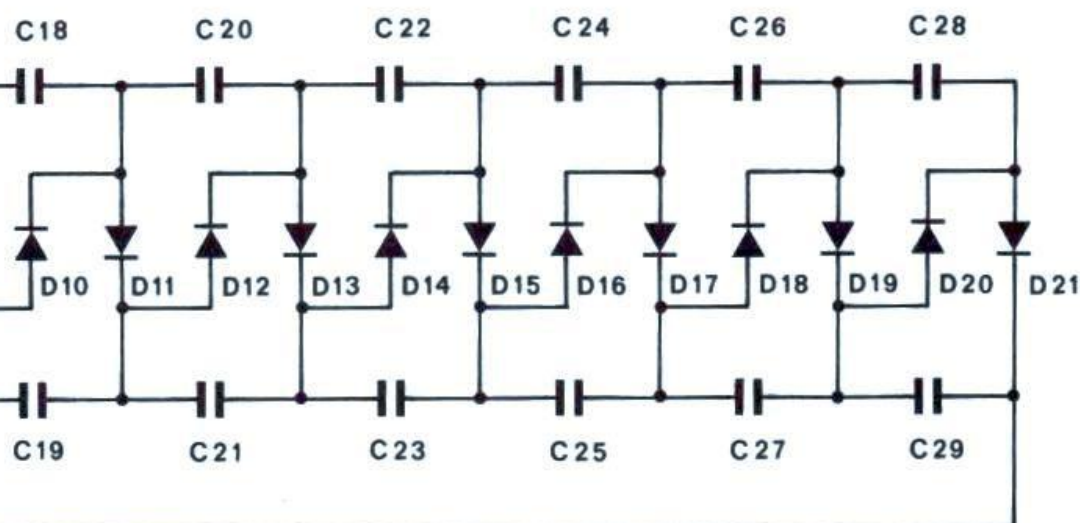
Più volte in passato ci siamo occupati delle tematiche laser presentando numerosi progetti su tale argomento. Ricordiamo i vari alimentatori per laser ad elio-

nuovissimo!

neon, il progetto del laser a rubino e quello, abbastanza recente, del generatore di luce corrente per uso medico. Ci siamo occupati più volte anche di olografia e della trasmissione di voce e dati per mezzo del fascio laser. Ritorniamo questo mese sull'argomento proponendo un nuovo generatore laser di piccola potenza (2 mW) che utilizza un tubo ad elio-neon prodotto dalla Siemens. La ragione di tale riproposta, nonostante siano passati pochi mesi dall'ultimo progetto, è molto semplice. I tubi laser, che rappresentano il «cuore» dell'intera apparecchiatura, sono difficilmente reperibili e la loro disponibilità legata a strategie commerciali difficilmente comprensibili. È quanto è accaduto con il tubo ad elio-neon della Philips da noi utilizzato in numerosi progetti: da alcuni mesi tale componenente, fondamentale per questo tipo di apparecchiature, risulta introvabile come ci hanno comunicato numerosi lettori e come abbiamo avuto modo di constatare anche noi. D'altra parte non è possibile utilizzare un qualsiasi altro tubo in quanto le caratteristiche elettriche non sono sempre le stesse. Ecco perciò il progetto di un nuovo dispositivo realizzato con uno dei più reperibili tubi laser: il mod. LGR 7621 della Siemens. Come detto precedentemente si tratta di un tubo ad elio neon della potenza di circa 1 mW particolarmente robusto e in grado di generare un sottile fascio di luce coerente di colore rosso. Questo progetto, per accontentare anche quanti non riuscissero a reperire il tubo, è disponibile sia in scatola di montaggio che collaudato e montato. A questo punto, prima di addentrarci nell'analisi dello schema elettrico del dispositivo, vogliamo brevemente soffermarci su quelle che sono le caratteristiche della emissione laser e sui possibili usi di tale sorgente luminosa. In parole povere, quella che noi definiamo luce o emissione luminosa, può essere pensata come un insieme di corpuscoli

schema elettrico generale

oscillanti ciascuno ad una certa frequenza, strettamente legata alla quantità di energia posseduta. La quantità di energia rappresenta il «quanto» che Einstein chiamò «fotone». La luce di una sorgente qualunque è incoerente in quanto i fotoni emessi sono indipendenti uno dall'altro e sono diversi tra loro per frequenza, direzione e polarizzazione. Se invece i fotoni vengono emessi con la stessa frequenza, la stessa fase e lo stesso piano di polarizzazione si ha la luce cosiddetta coerente nello spazio e nel tempo. Tale è la luce laser per ottenere la quale è necessario agire sugli atomi e sugli elettroni, ovvero sui livelli energetici. In pratica per ottenere l'emissione di una luce coerente bisogna eccitare otticamente una sostanza attiva (generalmente una miscela di gas o un rubino sintetico). Nel caso del rubino, il primo genere di laser realizzato, una barretta di tale elemento, opportunamente drogata con del cromo, viene investita da una sorgente luminosa incoerente di forte intensità. L'energia che ne deriva, dovuta all'eccitazione degli atomi di cromo, cerca di sfuggire attraverso una delle estremità della barretta ma viene respinta dalla superficie argentata a specchio e rimbalza contro l'altra estremità. La radiazione luminosa comincia così una serie di rimbalzi tra le due superfici argentate fino a quando, raggiunta una soglia di energia sufficiente, riesce a sfuggire da una delle due estremità, un po' meno argentate

IN DISCOTECA

È questa una delle più note applicazioni dei laser di piccola potenza. Per ottenere lo spostamento del sottile raggio laser e creare così bellissimi effetti luminosi vengono utilizzati dei sistemi elettromeccanici a bassa inerzia. Il circuito di controllo può essere pilotato mediante un segnale audio oppure, per effetti ancora più sofisticati, mediante un computer.

Lo stadio di alimentazione fornisce una tensione di lavoro di 1300 volt continui ed una tensione d'innesco di quasi 10.000 volt. Il circuito è composto da una serie di celle di duplicazione (formate da diodi e condensatori) collegate in cascata. Le prime otto sezioni fanno uso di condensatori elettrolitici di elevata capacità in quanto debbono fornire, a regime, una corrente di circa 5 mA necessaria al corretto funzionamento del tubo. Quest'ultimo è prodotto dalla Siemens ed è contraddistinto dalla sigla LGR7621. La potenza nominale è di 2 mW.

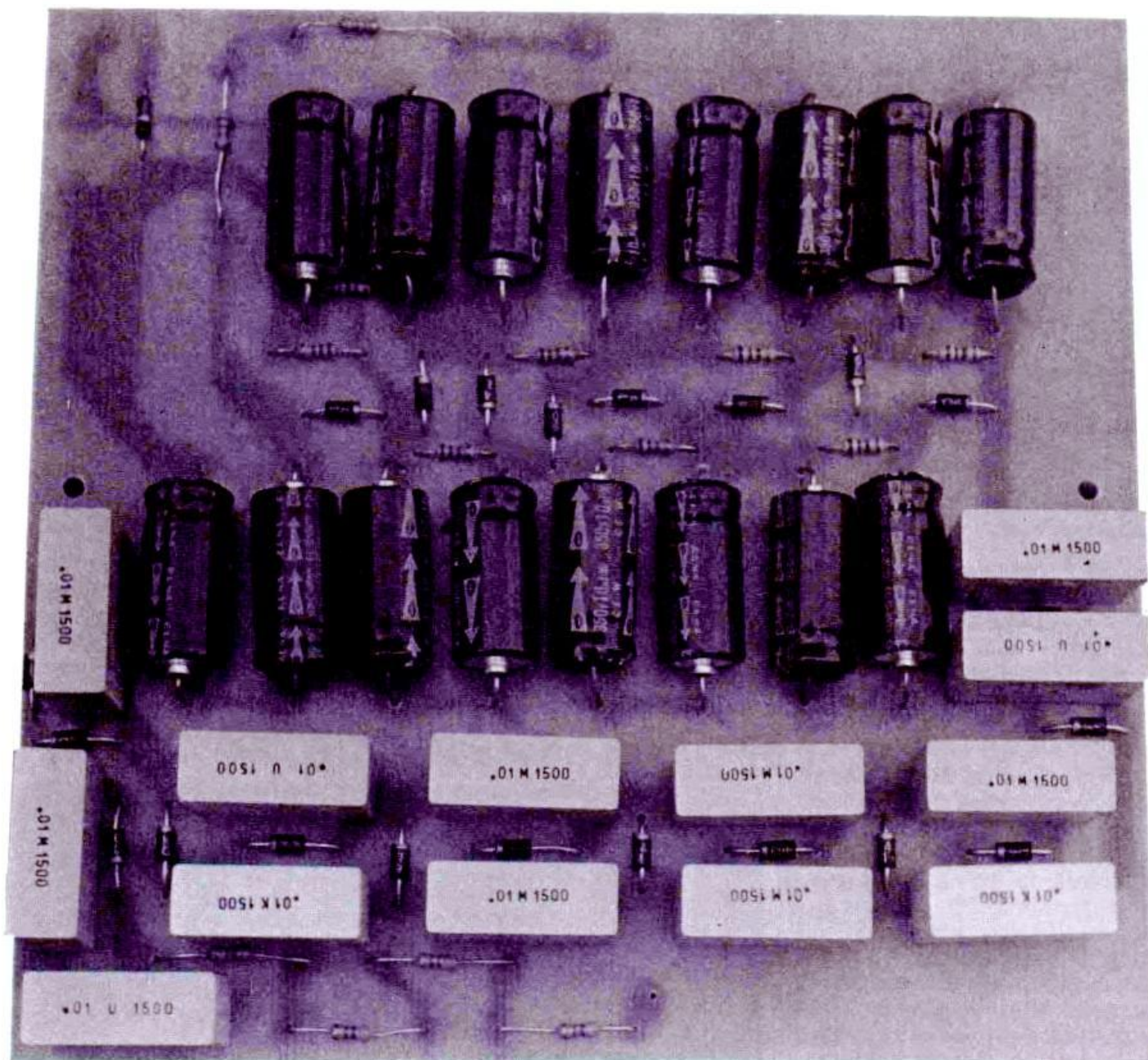
dell'altra. La radiazione che ne deriva è costituita in gran parte da luce coerente in quanto i fotoni emessi hanno la stessa frequenza, fase e polarizzazione. Quali le possibili applicazioni di un fascio di questo genere? Lasciando a chi le ha inventate le cosiddette «guerre stellari» e altre applicazioni del genere, un laser della potenza di qualche milliwatt qual è il nostro può essere impiegato per ottenere un sacco di interessanti effetti luce per discoteca. Per spostare il raggio a ritmo di musica ed anche per realizzare delle scritte con lo stesso mezzo, sono disponibili in commercio vari sistemi che tuttavia hanno un piccolo difetto: il costo. Accontentandoci di prestazioni più modeste è possibile utilizzare un sistema basato sull'impiego di motorini e specchietti alluminati. Più di una volta in passato ci siamo occupati di tale argomento; invitiamo perciò quanti sono interessati a cercare sui numeri arretrati della rivista tali articoli. Un altro possibile impiego di laser di piccola potenza è quello di tipo medico. Dell'argomento ci siamo già occupati sul fascicolo di aprile di quest'anno presentando un circuito in grado di spostare a piacere il fascio generato dal laser sia sul piano verticale che su quello orizzontale in modo da ottenere un irraggiamento continuo di una predeterminata zona di pelle. L'impiego di laser in questo settore non è una novità: già da alcuni anni i laser di potenza vengono utilizzati per

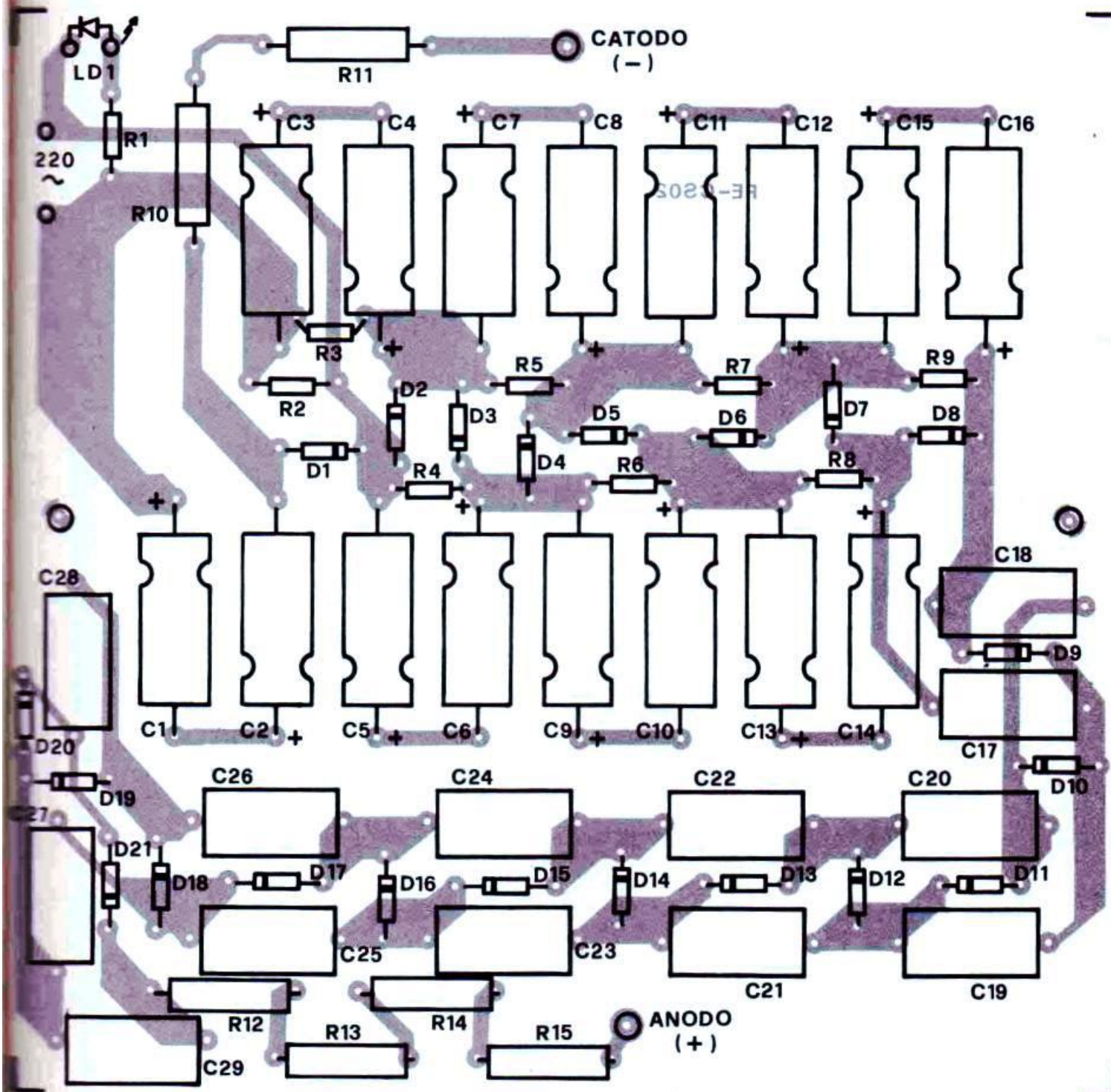
PER LA BELLEZZA

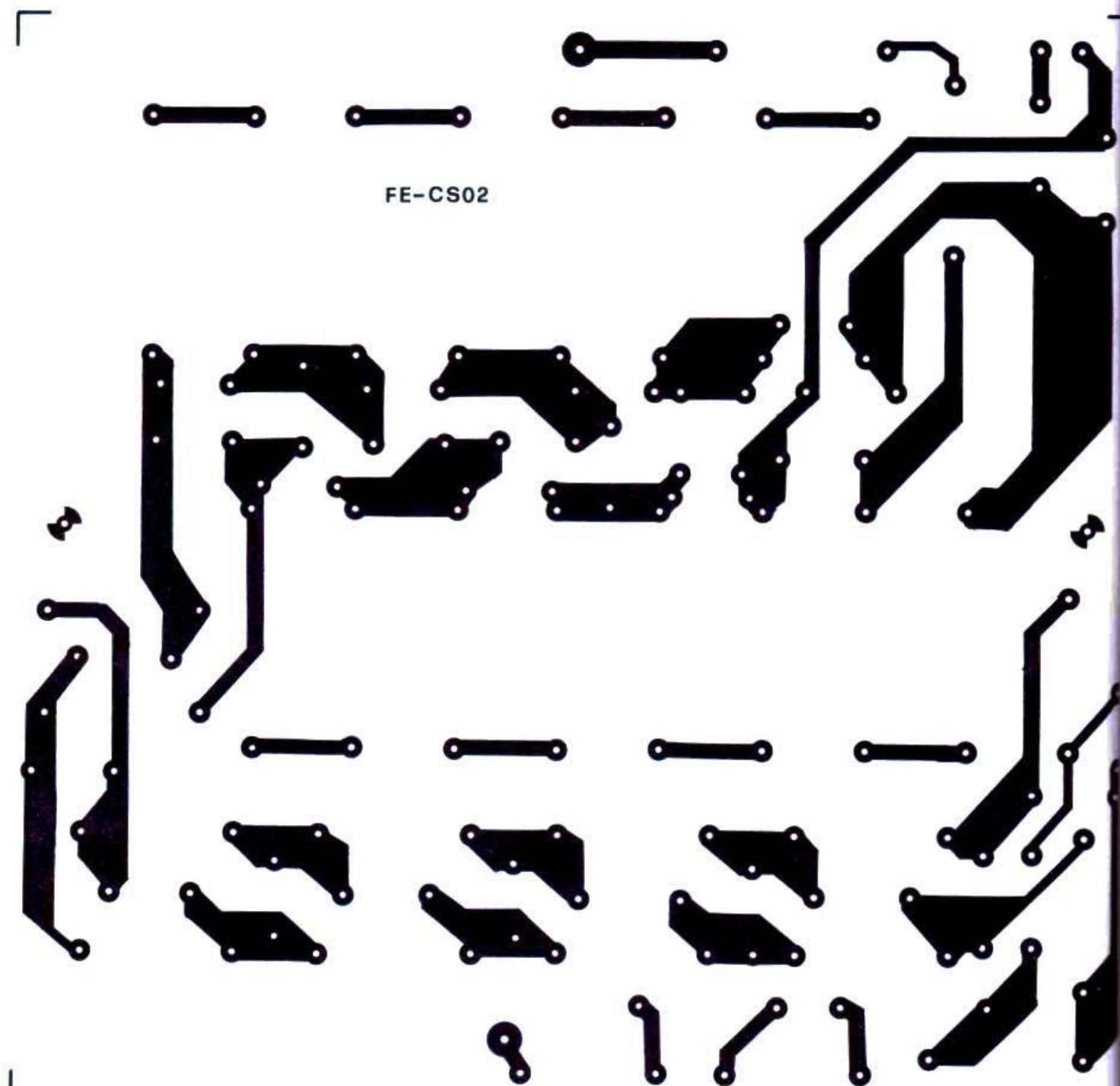
In campo medico i laser di piccola potenza vengono utilizzati per la cura di malattie della pelle, cicatrici, piaghe e fratture. In alcuni casi si sono ottenuti risultati strabilianti, specie per la cicatrizzazione di tessuti. Questi dispositivi vengono utilizzati anche nei trattamenti anti-cellulite con risultati soddisfacenti.

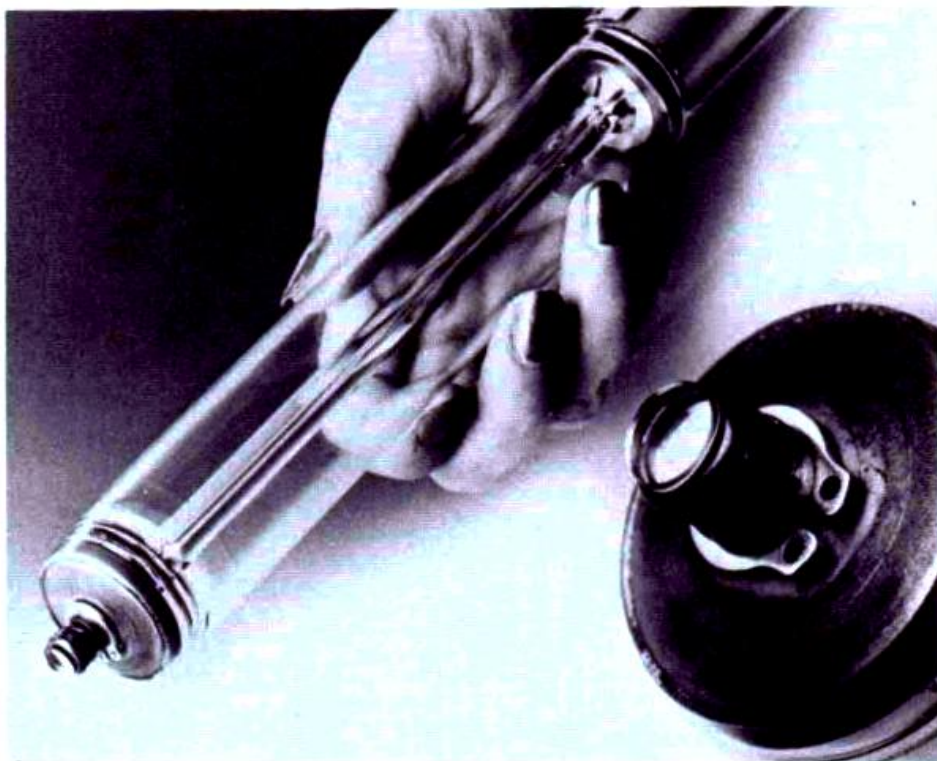
COMPONENTI

R1 = 68 Kohm 1/4W
R2÷R9 = 2,2 Mohm 1/4W
R10÷R15 = 22 Kohm 1W
C1÷C16 = 22 μF 350 VL
C17÷C29 = 10 nF 1.500 VL
LD1 = Led rosso 5 mm
D1÷D21 = 1N4007
S1 = Deviatore
LASER = Siemens 2 mW
Varie: 1 contenitore Teko AUS11, 1 Portaled, 2 clips, 2 viti con dado 3MAx8, 2 viti autofilettanti, 1 circuito stampato, 1 cordone di alimentazione, 1 gommino passacavo.

PER IL KIT
VEDI A PAG. 127

tagliare, coagulare o cicatrizzare. I laser di piccola potenza vengono invece utilizzati per la cura di malattie della pelle, cicatrici, piaghe e fratture. In alcuni casi si sono ottenuti risultati strabilianti, specie per la cicatrizzazione di tessuti. I laser di piccola potenza vengono utilizzati anche nei trattamenti anti-cellulite con risultati soddisfacenti. In ogni caso, anche se sarete voi ad aver costruito l'apparecchio, ricordatevi che solo il vostro medico di fiducia vi potrà consigliare sulle modalità e sulla tempistica d'impiego. Passiamo dunque, dopo questa lunga introduzione, all'analisi del circuito. Per poter funzionare, il tubo laser deve essere alimentato con una tensione continua di 1300 volt ma per l'innesco è necessario fornire al tubo una tensione iniziale di quasi 10.000 volt. Per ottenere tali tensioni abbiamo fatto ricorso ad una serie di duplicatori direttamente collegati alla rete luce. Ogni duplicatore è composto da una cella diodo-condensatore; le prime otto sezioni fanno uso di condensatori ad elevata capacità in quanto dovranno fornire, a tubo innescato, una corrente di circa 5 mA. Le restanti sezioni utilizzano invece dei condensatori da 10.000 pF e servono solo per produrre il picco di tensione iniziale necessario all'innesco del tubo. Successiva-

la basetta

mente la presenza di tali celle è ininfluente sul funzionamento dell'alimentatore; la tensione continua prodotta dalle prime otte celle, infatti fluisce attraverso i diodi per giungere ai capi del tubo. Tutti i condensatori utilizzati nell'alimentatore debbono essere in grado di reggere una tensione di almeno 500/600 volt; nel caso dei condensatori elettrolitici, non essendo disponibili elementi con tale tensione di lavoro, abbiamo previsto l'impiego di due elementi identici da 350 volt nominali in serie tra loro in modo da ottenere una tensione di lavoro di 700 volt complessivi. Nessun problema invece per quanto riguarda gli altri condensatori: in commercio sono facilmente reperibili elementi da 10 nF con tensioni di lavoro comprese tra 1000 e 2000 volt. Questi condensatori potranno essere del tipo a carta, poliestere o anche ceramici. La tensione così ottenuta viene applicata, tramite le resistenze di «ballast», ai capi del tubo. La presenza delle resistenze presenti in serie all'alimentazione del tubo consente di verificare l'assorbimento dello stesso misurando la caduta ai capi di uno di questi elementi ed applicando la legge di ohm. Se, ad esempio, ai capi di una resistenza da 22 Kohm misuriamo una caduta di tensione di 110 volt, significa che la corrente

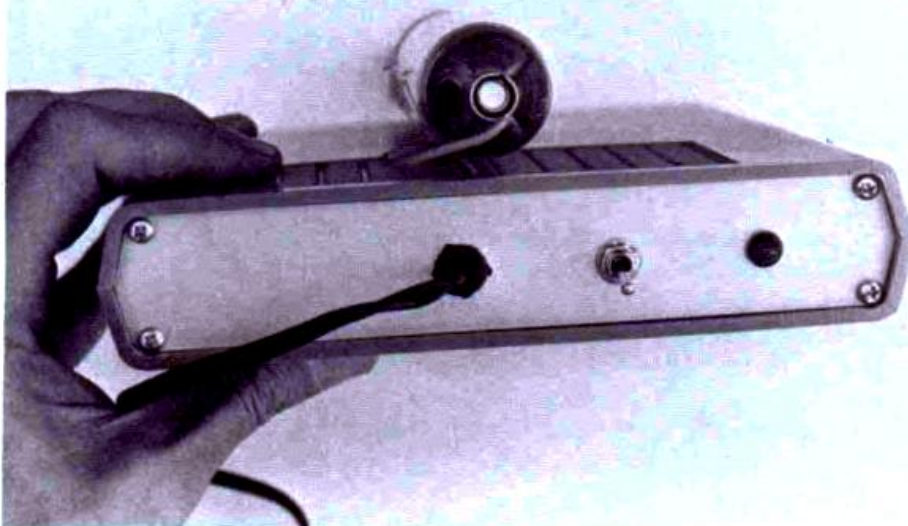
traccia rame

che circola nella resistenza (ed ovviamente anche nel tubo) ammonta a 5 mA (110/22.000 = 5 mA). Aumentando o diminuendo il valore di tali resistenze è possibile trovare il punto ottimale di funzionamento del tubo, operazione questa necessaria dal momento che la corrente fornita da ciascuna cella non è sempre costante ma dipende dal valore dei condensatori elettrolitici utilizzati, elementi questi che, come noto, presentano una tolleranza molto ampia che in alcuni casi può raggiungere il 50%. Il montaggio dell'alimentatore non presenta alcun problema. Prestate la massima attenzione all'esatto orientamento dei condensatori elettrolitici e dei diodi. Un'inversione di polarità può provocare nel primo caso l'esplosione del condensatore, nel secondo, la mancata accensione del tubo. Per collegare l'anodo ed il catodo del tubo rispettivamente al positivo e al negativo dell'alimentatore fate uso di un cavo con isolamento di almeno 20 KV; l'impiego di normali spezzoni di filo può essere causa di un difficile innesco. Ricordatevi anche di contenere al massimo la lunghezza di tali cavi. I terminali provenienti dall'alimentatore vanno saldati alle fascette metalliche montate sull'anodo e sul catodo; ovviamente per effettuare questa operazione

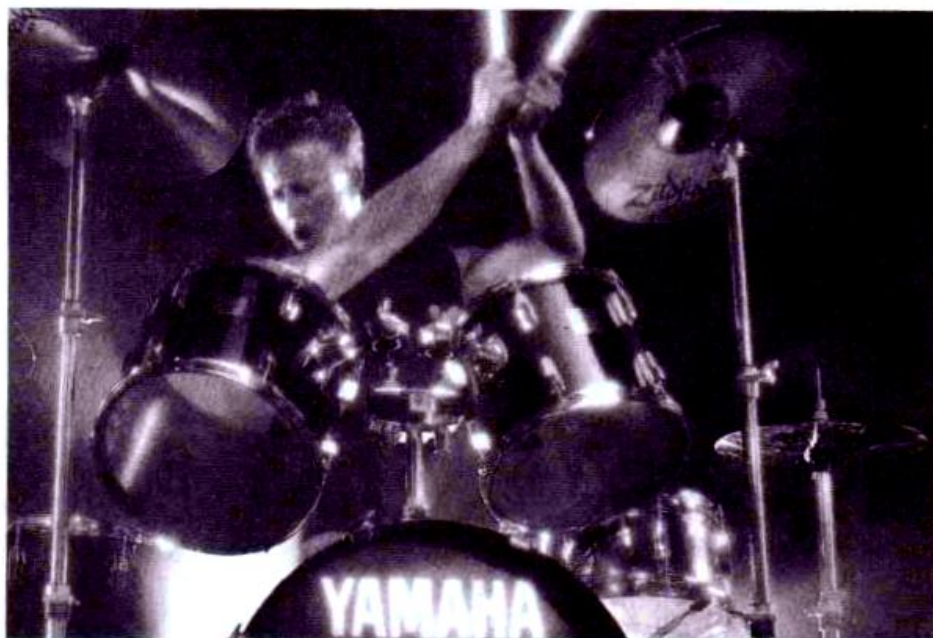
le fascette vanno prima staccate dal tubo. L'anodo è posto sulla parte anteriore del tubo, il catodo sulla parte posteriore. Quest'ultimo risulta facilmente identificabile in quanto elettricamente connesso con l'esteso cilindro metallico contenuto all'interno del tubo. Nel nostro prototipo abbiamo alloggiato la basetta all'interno di un contenitore plastico della Teko mod. AUS11; sul pannello superiore abbiamo fissato il tubo mediante due clips di metallo. Il led spia e l'interruttore di accensione sono invece stati montati sul pannellino metallico posteriore. Ultimato così il montaggio dell'apparecchiatura, non rimane che dare tensione. Se tutto funziona regolarmente, trascorsi un paio di secondi dall'accensione, il tubo produrrà un sottile fascio di luce monocromatica rossa. Durante il funzionamento il tubo scalda leggermente, non

Il laser LG 8000, Siemens, a CO_2: Un vero e proprio cannello da taglio!

preoccupatevi pertanto se toccandolo con una mano lo sentirete leggermente tiepido. Durante la realizzazione e l'uso di questo apparecchio raccomandiamo la massima attenzione in quanto le tensioni in gioco sono particolarmente elevate ed il fascio laser, nonostante la limitata potenza, può danneggiare la retina se si guarda direttamente nel tubo da distanza ravvicinata.

■

IL RAGGIO VERDE!

Oltre al titolo di un recente film di successo è ciò che può produrre il nuovissimo laser ad elio neon mod. LGK7770 della Siemens. Sì, proprio un laser simile a quello da noi utilizzato in questo progetto ma a luce verde. Rispetto ai modelli tradizionali con emissione a luce rossa (632,8 nm), la nuova versione è in grado di emettere raggi ad onde molto più brevi. La luce verde consente di rilevare, oppure riprodurre, la struttura con una maggior precisione di quanto era possibile fare con la luce rossa. Questa caratteristica è molto importante per particolari applicazioni in campo industriale ed anche in campo medico. Il laser a luce verde ha una potenza di 0,5 mW e necessita di una tensione di alimentazione di 2400 volt. Il tubo presenta una lunghezza di 400 millimetri ed un diametro di 45. Sempre dalla Siemens è stato di recente commercializzato un nuovo laser da taglio a CO2 denominato LG8000. La potenza continua è di 5 watt. Come tutti i laser ad anidride carbonica, anche questo dispositivo lavora nella fascia degli infrarossi (10,6 um). Le dimensioni di questo nuovo laser di potenza sono particolarmente ridotte, l'apparecchio misura infatti appena 320x110x60 millimetri. Per maggiori informazioni telefonare (02/67661) direttamente alla Siemens.

AMPLI STEREO 100+100

UN ECCEZIONALE AMPLIFICATORE STEREO REALIZZATO CON IL NUOVO INTEGRATO TDA7250 DELLA SGS CHE CONSENTE DI RIDURRE DRASTICAMENTE IL NUMERO DI COMPONENTI UTILIZZATI E DI ELIMINARE TUTTE LE OPERAZIONI DI TARATURA. NELL'ARTICOLO VIENE PRESENTATO ANCHE IL CIRCUITO ADATTO AD ALIMENTARE L'AMPLIFICATORE.

YAMAHA COURTESY

Non è trascorso neppure un anno dalla presentazione dell'ultimo amplificatore stereo di potenza che ci vediamo costretti a tornare sull'argomento per due ragioni concomitanti.

Il primo motivo risiede nell'enorme interesse che questi progetti hanno suscitato tra i nostri lettori; centinaia e centinaia di hobbisti hanno realizzato con pieno successo i circuiti proposti negli ultimi mesi, dall'amplificatore da 200 watt del settembre '88 ai moduli di potenza a MOSFET presentati sul fascicolo di febbraio di quest'anno.

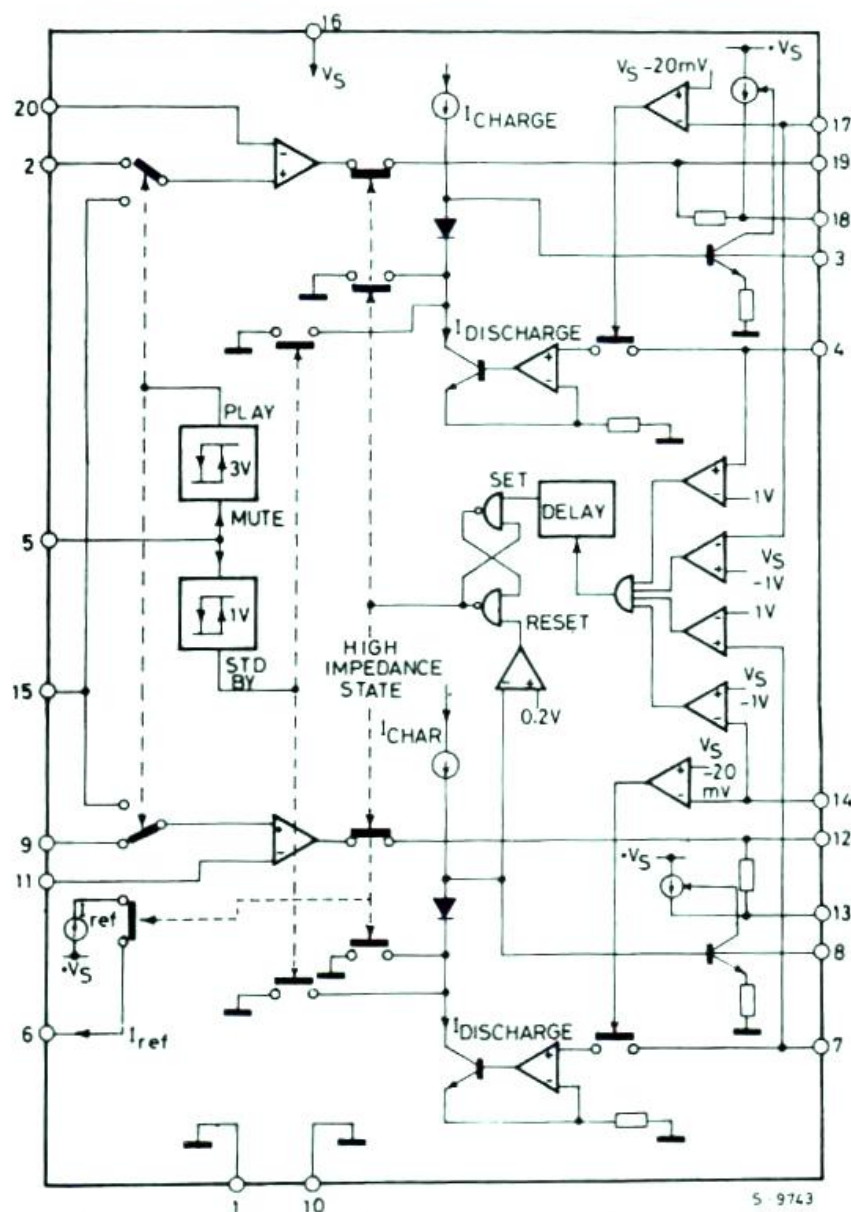
Cogliamo l'occasione per anticipare a quanti sono interessati a questo genere di apparecchiature che abbiamo allo studio dei finali di potenza ancora più elevata (300 e 1.000 W) che contiamo di presentare al più presto.

La seconda ragione che ci ha spinti a proporre un nuovo amplificatore

CARATTERISTICHE TECNICHE

Potenza d'uscita RMS su 4 Ohm	100 + 100 watt
Potenza d'uscita RMS su 8 Ohm (*)	60 + 60 watt
Banda Passante (a —3dB)	15 — 35.000 Hz
Distorsione armonica alla massima potenza	0,1 %
Rapporto S/N	96 dB
Sensibilità di ingresso	500 mV eff.
Tensione di alimentazione	±35 volt
Assorbimento a riposo	10 mA
Assorbimento alla massima potenza	4,5 ampere per ramo

(*) È possibile ottenere una potenza di 100+100 watt su un carico di 8 ohm alimentando il circuito con una tensione duale di ±45 volt.

TDA 7250, SCHEMA A BLOCCHI

stereo di potenza va ricercata nella disponibilità di nuovissimi componenti appositamente realizzati a tale scopo.

Ci riferiamo in particolare ad un chip della SGS in grado di surrogare tutte le funzioni di un ampli stereofonico (ad eccezione dello stadio di potenza) che consente di semplificare notevolmente la costruzione di un amplificatore del genere ottenendo, allo stesso tempo, un indubbio vantaggio economico.

Questo integrato, denominato TDA7250, pur essendo stato presentato un paio di anni fa (il primo «advance data» è apparso su un databook del luglio 1987), solamente da poco tempo è effettivamente disponibile presso i rivenditori di componenti elettronici.

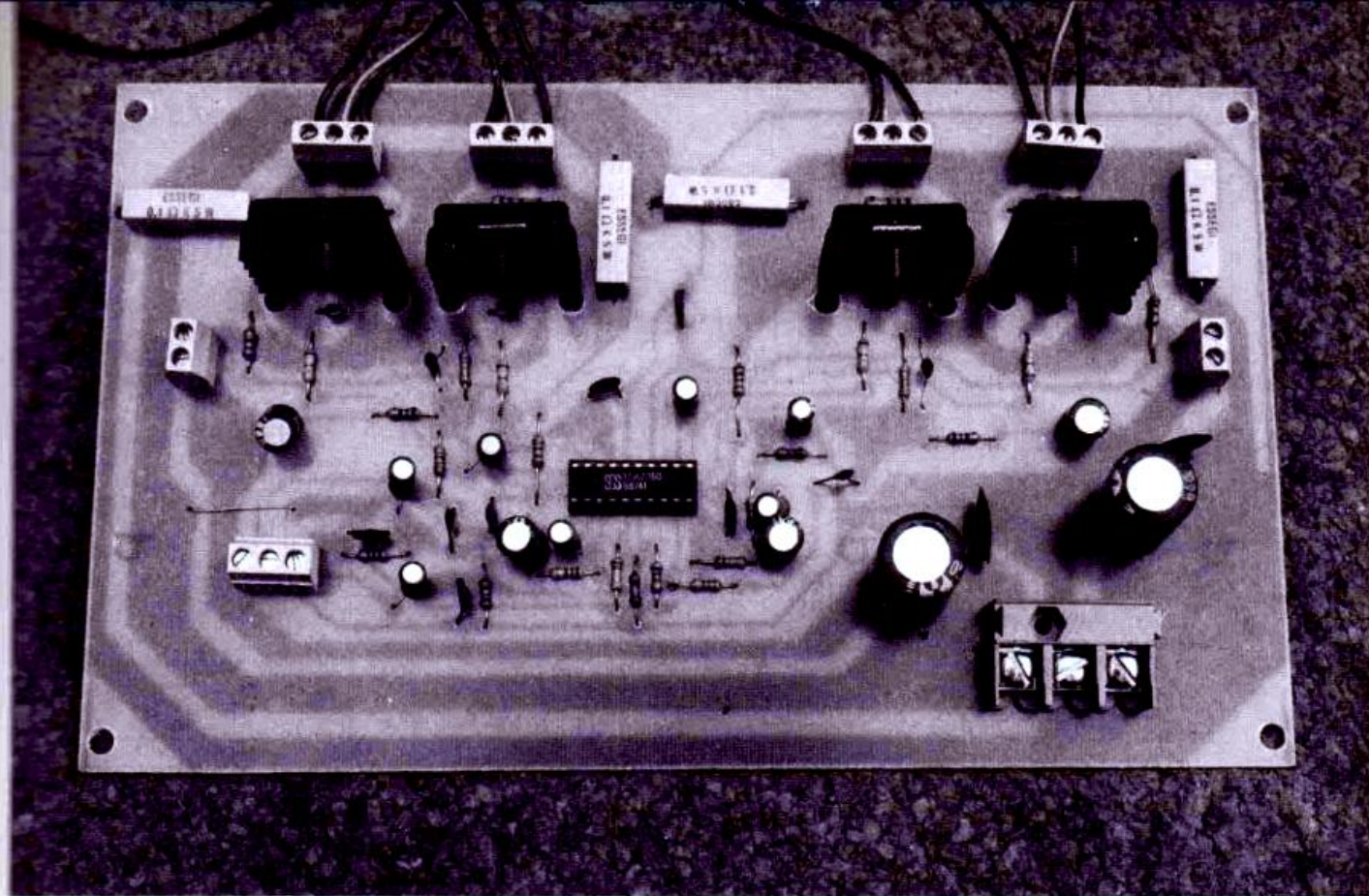
Collegando a questo componente due coppie di transistor di potenza e pochi altri componenti passivi è possibile realizzare un amplificatore stereo da 100+100 watt su un carico di 4 ohm, potenza che scende a 60+60 watt con un carico di 8 ohm.

Ovviamente ci riferiamo a potenze effettive (RMS) e non a potenze musicali o di picco a cui spesso fanno riferimento alcuni costruttori per trarre in inganno i possibili acquirenti.

Tutte le altre caratteristiche, dalla banda passante al rapporto segnale/disturbo, alla distorsione *sono simili a quelle dei migliori amplificatori* per HI-FI.

L'integrato utilizzato dispone di un circuito di protezione in corrente a salvaguardia dei finali ed inoltre non necessita di alcuna taratura della corrente di riposo.

Da quanto fin qui esposto è evidente che una rivista come la nostra sempre attenta alle novità delle varie case, non poteva che presentare subito un progetto con questo eccezionale integrato anche se ultimamente ci siamo occupati spesso di amplificatori di potenza.

In queste pagine, oltre al progetto dell'amplificatore vero e proprio, presentiamo anche quello dell'alimentatore in grado di fornire la tensione necessaria al corretto funzionamento dell'ampli.

Per consentire a tutti — anche a coloro che abitano in provincia — di realizzare questo eccezionale progetto, abbiamo approntato un certo numero di scatole di montaggio di entrambi gli apparati. I kit vanno richiesti alla ditta Futura Elettronica di Legnano (tel. 0331/593209).

UN INTEGRATO SUPER

Prima di analizzare il funzionamento del nostro amplificatore, diamo uno sguardo allo schema interno del TDA7250 cercando di comprendere come funziona questo componente.

Esternamente il chip non si differenzia da un normale integrato dual-in-line a 20 pin. La massima tensione di lavoro è di ±50 volt ma è consigliabile non superare i ±45 volt.

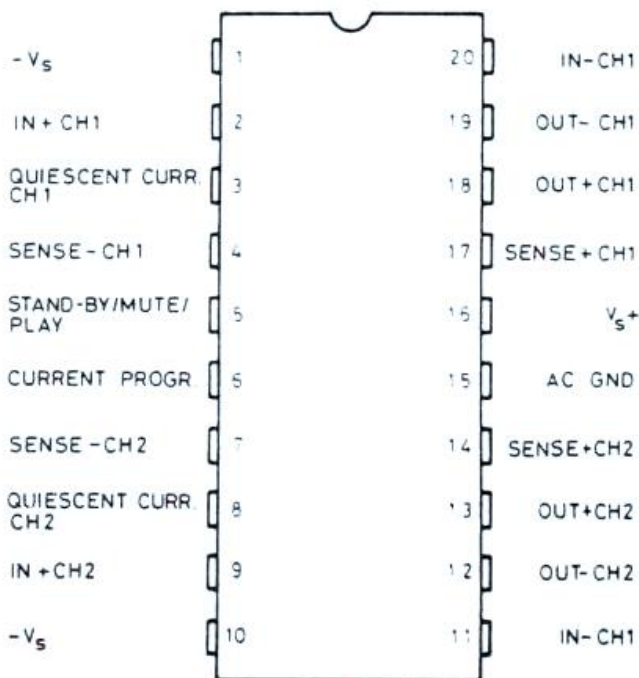
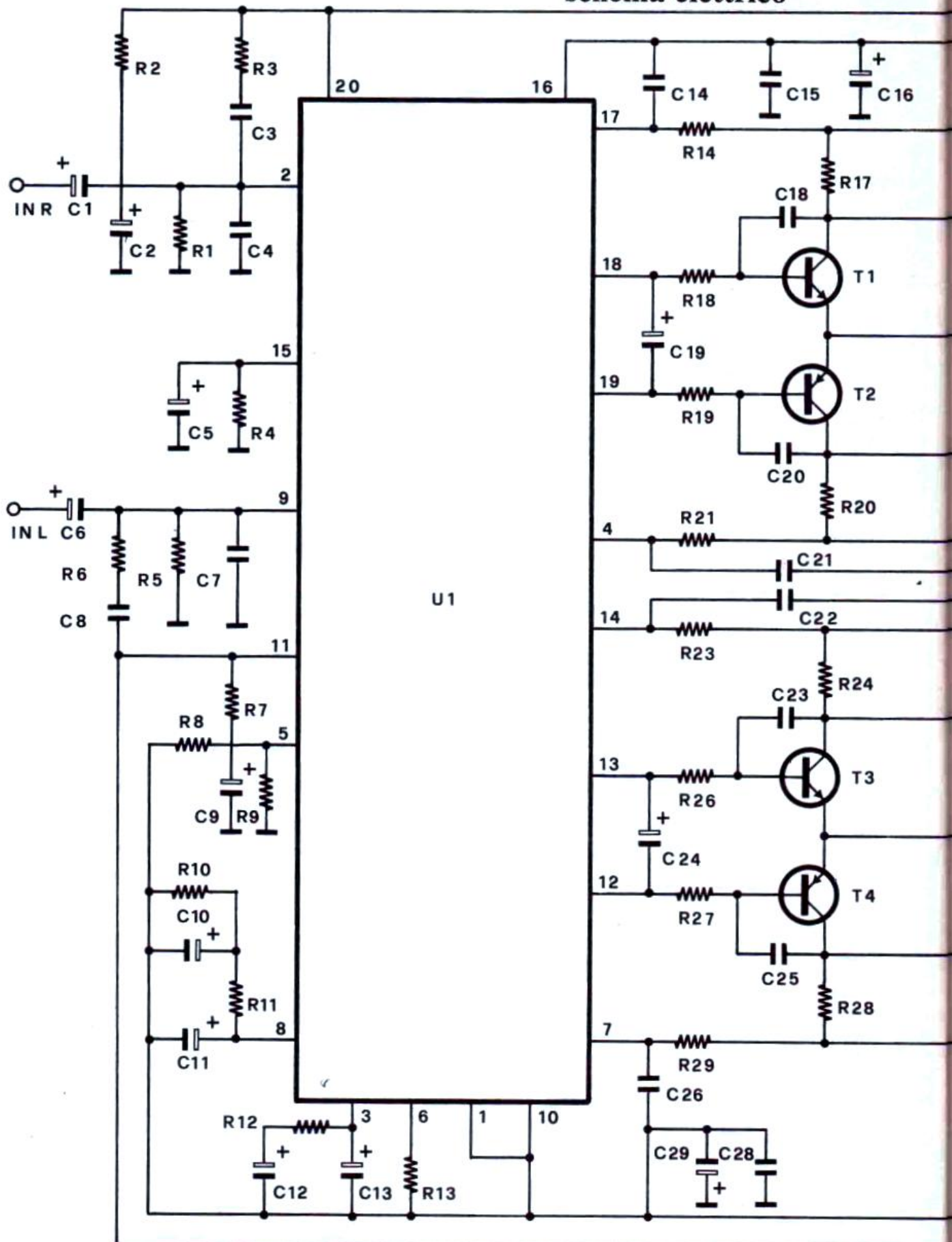
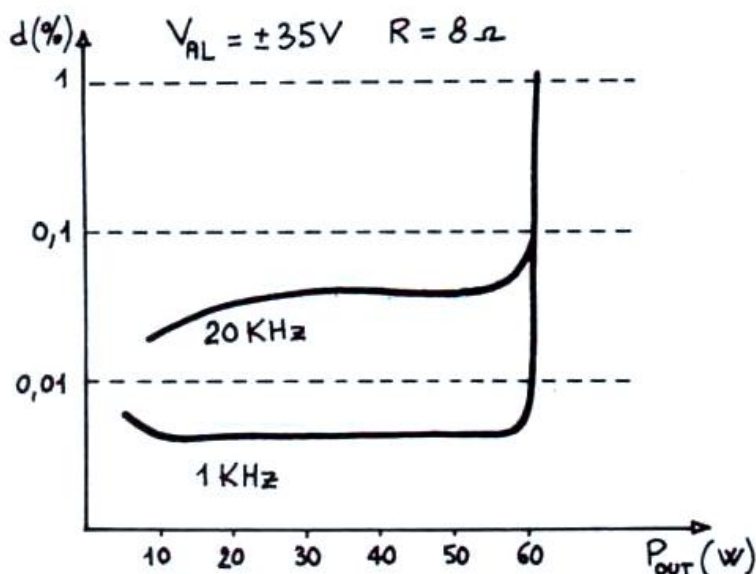
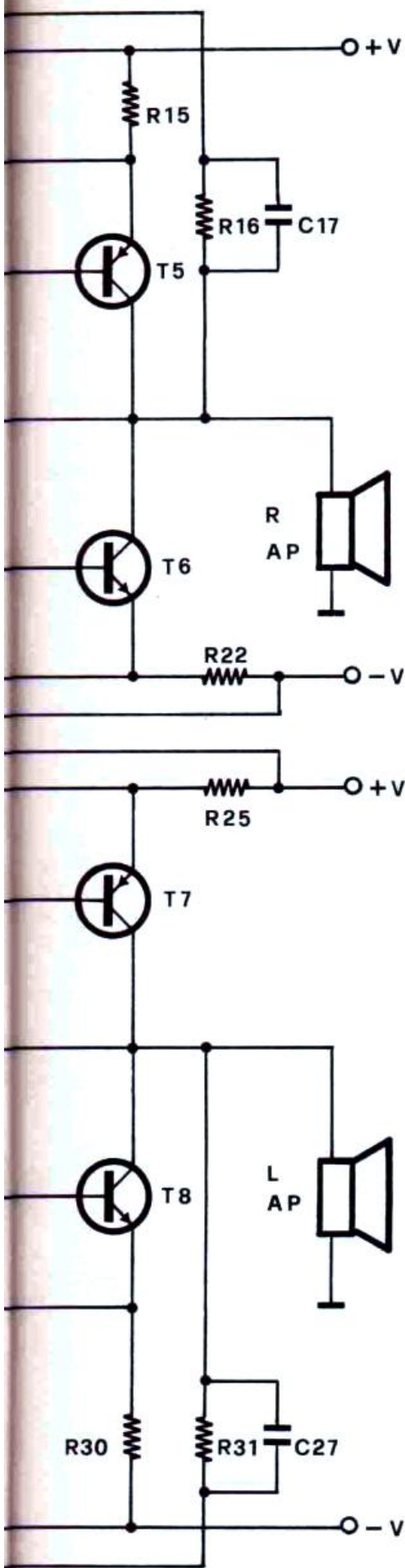
All'interno troviamo due stadi amplificatori del tutto identici tra loro e numerosi sistemi di protezione. Ai pin 1 e 10 bisogna collegare la tensione negativa di alimentazione mentre al pin 16 va collegata la tensione positiva.

Nel nostro caso l'integrato viene fatto funzionare con una tensione duale di ±35 volt. Al pin 5 fa capo il controllo di stand-by che agisce su entrambi i canali.

Applicando a questo pin una tensione inferiore ad 1 volt il circuito viene interdetto (posizione «stand-by») e nelle coppie finali non scorre alcuna corrente; se la tensione è compresa tra 1 e 3 volt il circuito resta sempre interdetto (posizione «mute») ma in questo caso attraverso i finali scorre la corrente di riposo programmata; infine, per tensioni maggiori di 3 volt, il circuito funziona normalmente.

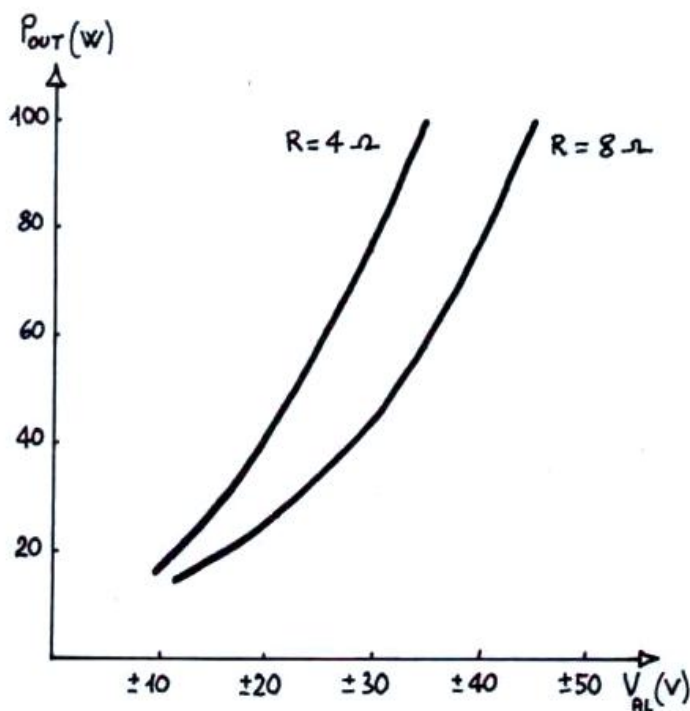
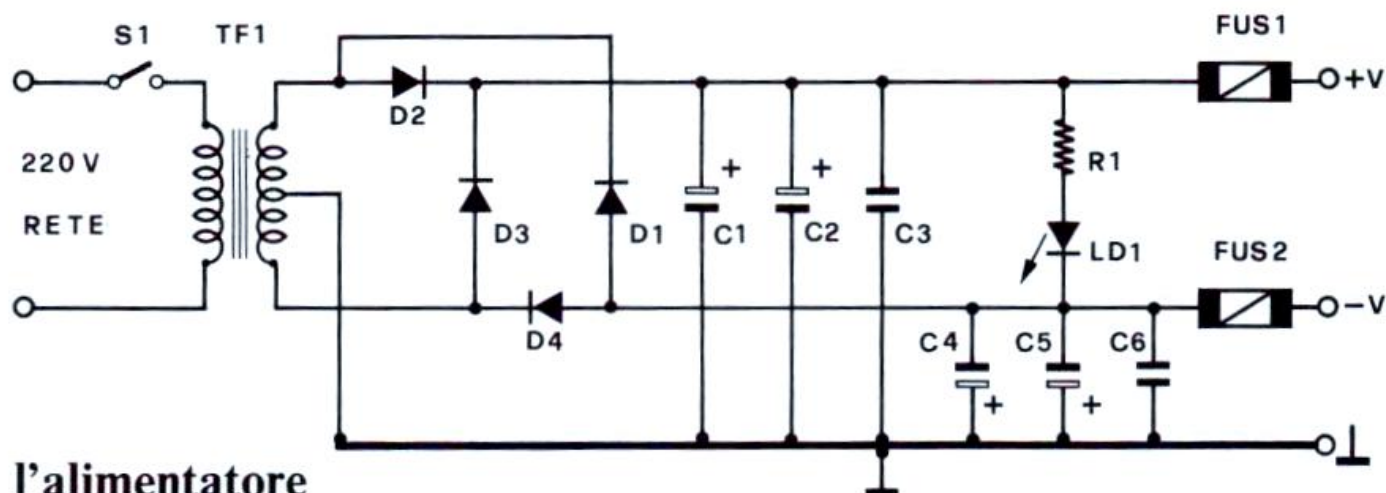
Ai terminali 3 e 8 fanno capo le reti che controllano automaticamente la corrente di riposo degli stadi finali senza che sia necessario fare ricorso a sensori di temperatura.

Ai pin 4 e 17 (primo canale) e 14 e 7 (secondo canale) fanno ca-

TDA 7250, I PIN

schema elettrico

Variazione della distorsione in funzione della potenza d'uscita.

po i circuiti di protezione in corrente relativi agli stadi di potenza.

Agli ingressi di questi stadi viene applicata la tensione che cade sulle resistenze di emettitore dei finali di potenza; quando questa tensione supera il valore di 1 volt, i finali vengono rapidamente (in circa 10 μS) disconnessi. Pertanto le resistenze di emettitore vanno opportunamente dimensionate in modo da consentire l'intervento del circuito prima che la corrente superi il valore massimo che i finali sono in grado di «reggere».

Gli ingressi (non invertenti) ai quali bisogna applicare il segnale audio di ingresso fanno capo ai pin 2 e 9 mentre ai terminali 20 e 11 fanno capo gli ingressi invertenti ai quali bisogna collegare le resistenze di controreazione che consentono di regolare il guadagno in tensione dell'amplificatore

Variazione della potenza d'uscita in funzione dell'alimentazione.

l'alimentatore

ovvero la sensibilità dello stesso.

Infine, i pin 12 e 13 (canale 2) e 18 e 19 (canale 1) rappresentano le uscite mediante le quali controllare i finali di potenza. È evidente che la corrente erogata da queste uscite è modesta per cui è necessario interporre tra i transistor di potenza e le uscite dell'integrato uno stadio di amplificazione in corrente costituito da due coppie complementari di media potenza.

Utilizzando come finali due coppie darlington di potenza è possibile evitare l'impiego dello stadio intermedio. Tuttavia il costo di una coppia di darlington di potenza è sicuramente superiore rispetto a quello di quattro coppie complementari di cui due di media potenza; l'impiego dei darlington è dunque giustificato solamente nel caso l'amplificatore debba presentare dimensioni molto contenute.

SCHEMA ELETTRICO

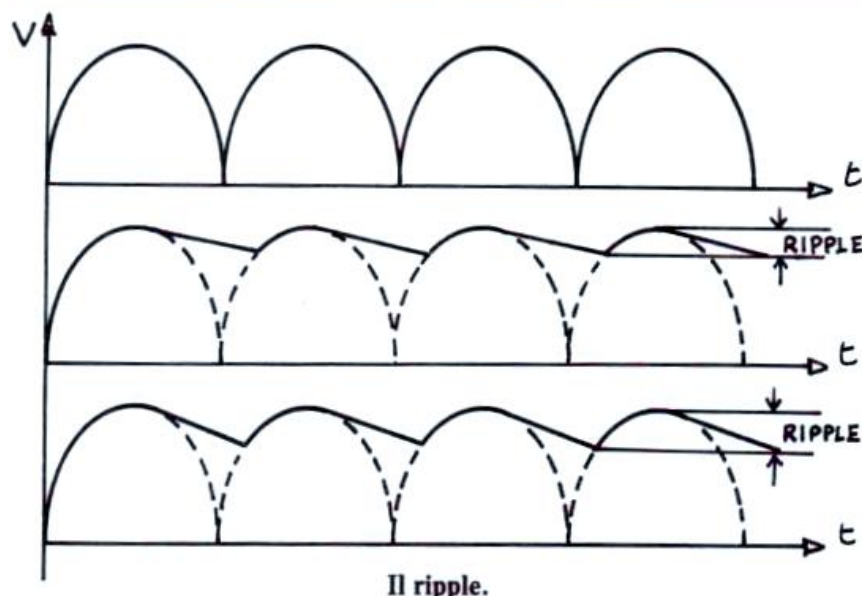
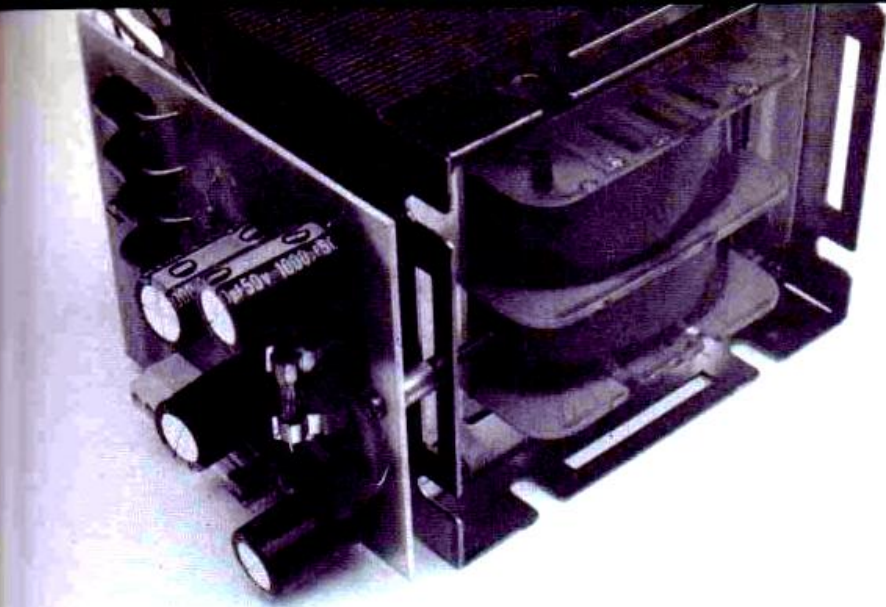
Dopo aver visto come funziona l'integrato TDA7250, diamo ora un'occhiata allo schema del nostro amplificatore stereofonico.

In tabella sono riportate le principali caratteristiche di funzionamento con una tensione di alimentazione di ±35 volt quale quella da noi utilizzata.

Per ottenere una potenza di 100+100 watt anche con altoparlanti da 8 ohm è necessario fare ricorso, come si vede anche nell'apposito grafico, ad una tensione di alimentazione di ±42/45 volt quale quella erogata dall'alimentatore descritto sul fascicolo di ottobre 1988.

In questo caso, tuttavia, bisogna fare ricorso a dei transistor di potenza selezionati o con una tensione collettore-emettitore più alta.

L'altro grafico mette in evidenza la distorsione complessiva dell'amplificatore che è inferiore allo 0,1 per cento sino alla massima potenza ed a qualsiasi frequenza di lavoro.

Lo schema da noi utilizzato prevede l'impiego per ogni canale di due coppie complementari di potenza 2N3055/MJ2955 e due coppie di media potenza BD911/BD912. Ovviamente le due sezioni sono del tutto uguali tra loro per cui le considerazioni che fa-

Il ripple.

remo a proposito di un canale valgono anche per l'altro.

Il segnale audio di ingresso viene applicato, tramite il condensatore C2, al pin 2 dell'amplificatore (ingresso non-invertente). L'ingresso invertente (pin 20) è invece collegato con la resistenza R16 all'uscita dello stadio amplificatore di potenza.

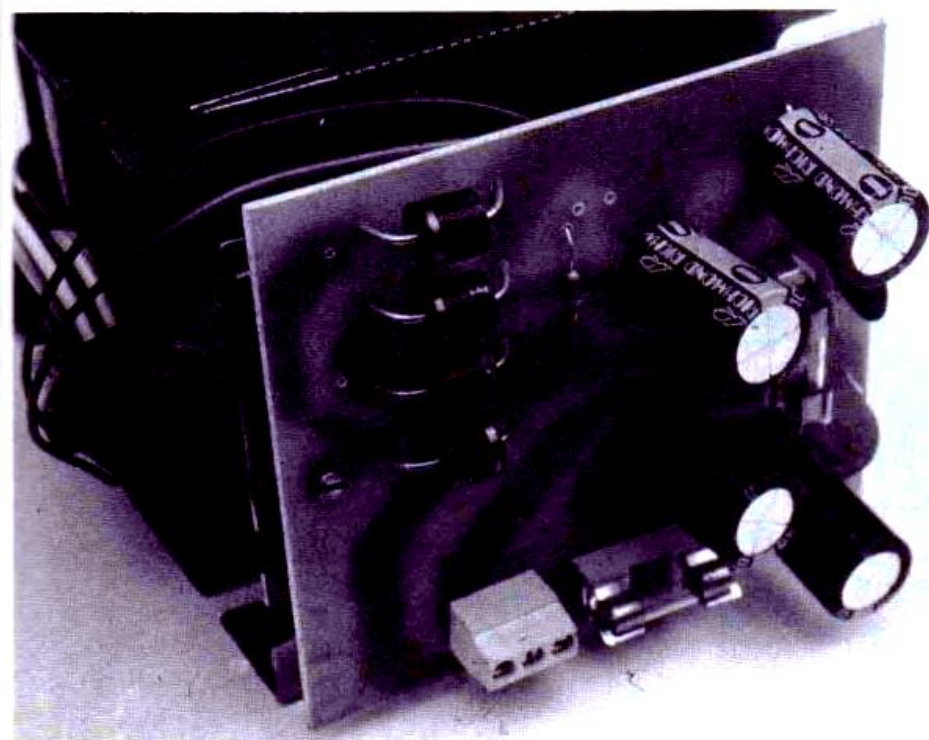
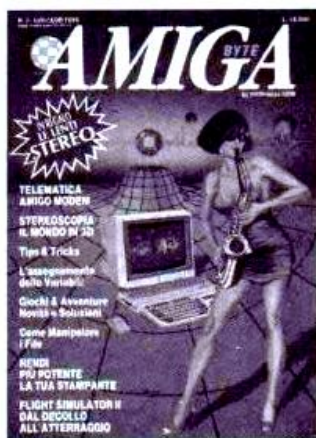
Dal valore di questa resistenza dipende il guadagno complessivo dell'amplificatore ovvero la sensibilità di ingresso.

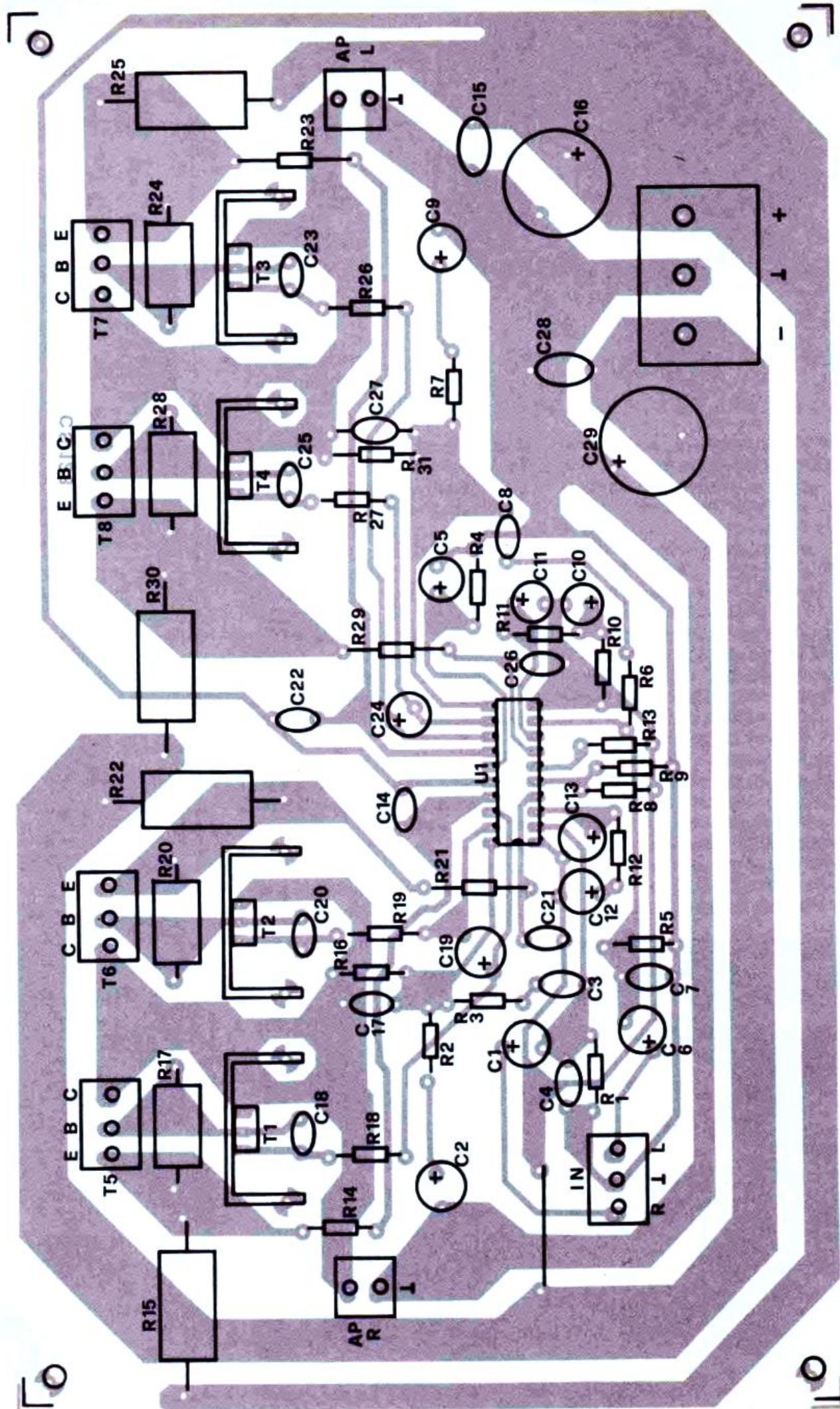
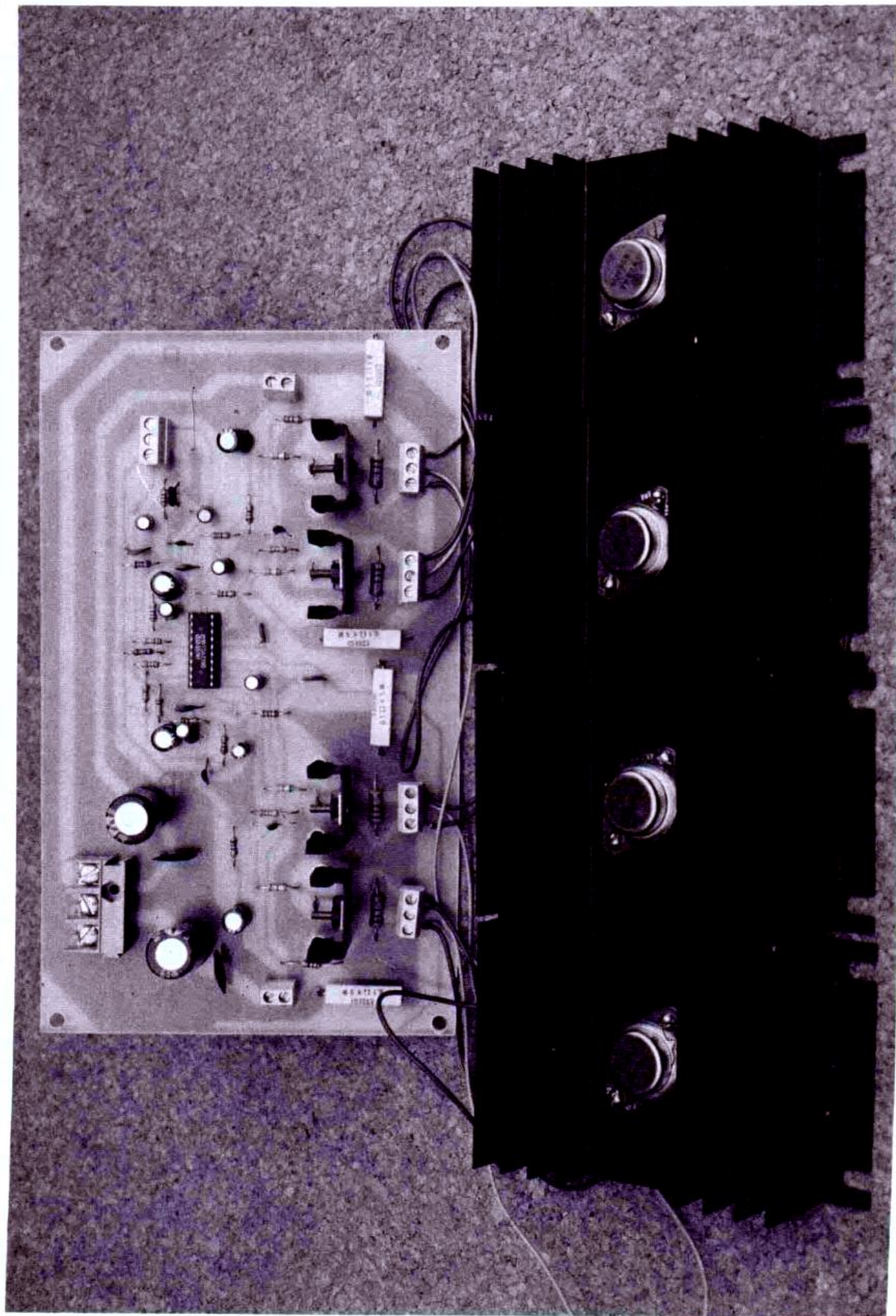
Per aumentare o diminuire la sensibilità, dunque, bisogna agire su questo componente. Utilizzando una resistenza da 22 Kohm (quale quella montata nel nostro prototipo) il guadagno è di 26 dB a cui corrisponde una sensibilità di circa 500 mV effettivi.

Per aumentare la sensibilità è sufficiente aumentare il valore di R16 (R31 nell'altro canale) sino ad un massimo di 100 Kohm.

È sconsigliabile andare oltre per evitare che l'amplificatore diventi instabile.

La corrente a riposo viene regolata automaticamente dalla rete che fa capo alla resistenza R12 ed ai condensatori C12 e C13. Nel nostro caso tale valore è di circa 10 mA con una tensione di ±35 volt.

Sul piedino 5 (stand-by) viene applicato, tramite R8 e R9, una tensione sicuramente superiore ai tre volt necessari per il normale funzionamento dell'ampli. Ricordatevi che agendo sulla tensione applicata a questo piedino è possibile ottenere le funzioni «stand-by» e «mute». Le uscite dell'integrato (pin 18 e 19) sono connesse

disposizione componenti

il prototipo

alla prima coppia complementare (T1 e T2) che provvede ad amplificare in corrente il segnale.

A TUTTA FORZA

Una ulteriore e più massiccia amplificazione in corrente viene garantita dalla coppia complementare di potenza T5/T6.

La corrente che scorre attraverso T5 fluisce anche in R15 e determina una caduta di tensione proporzionale alla corrente ed al valore della resistenza. Questa tensione viene applicata al pin 17 che rappresenta l'ingresso del circuito di protezione in corrente del primo finale.

La tensione di intervento è di circa 1 volt per cui facendo ricorso ad una resistenza da 0,1 ohm il circuito entrerà in funzione con una corrente di 10 ampere, inferiore a quella massima del transistor. Per abbassare la soglia di intervento è sufficiente fare ricorso a resistenze di valore più elevato (0,15 o 0,22 ohm).

È tuttavia sconsigliabile discostarsi di molto dal valore da noi consigliato per evitare che sul più bello, con l'amplificatore alla massima potenza, il circuito improvvisamente si ammutolisca.

Anche per l'altro finale (T6) è previsto un circuito di protezione in corrente che fa capo alla resistenza R22 ed al pin 4. Alla massima potenza di uscita l'amplificatore assorbe una corrente di circa 4,5 ampere per ramo che equivale ad una potenza dissipata di circa 300-500 watt. Tale deve essere appunto la potenza che l'alimentatore dell'ampli deve poter erogare!

COME ALIMENTARE

La tensione necessaria al funzionamento dell'ampli può essere fornita dall'alimentatore da noi approntato. Lo schema elettrico di questo dispositivo è molto semplice.

La tensione alternata di rete viene applicata al trasformatore TF1 che dispone di un avvolgi-

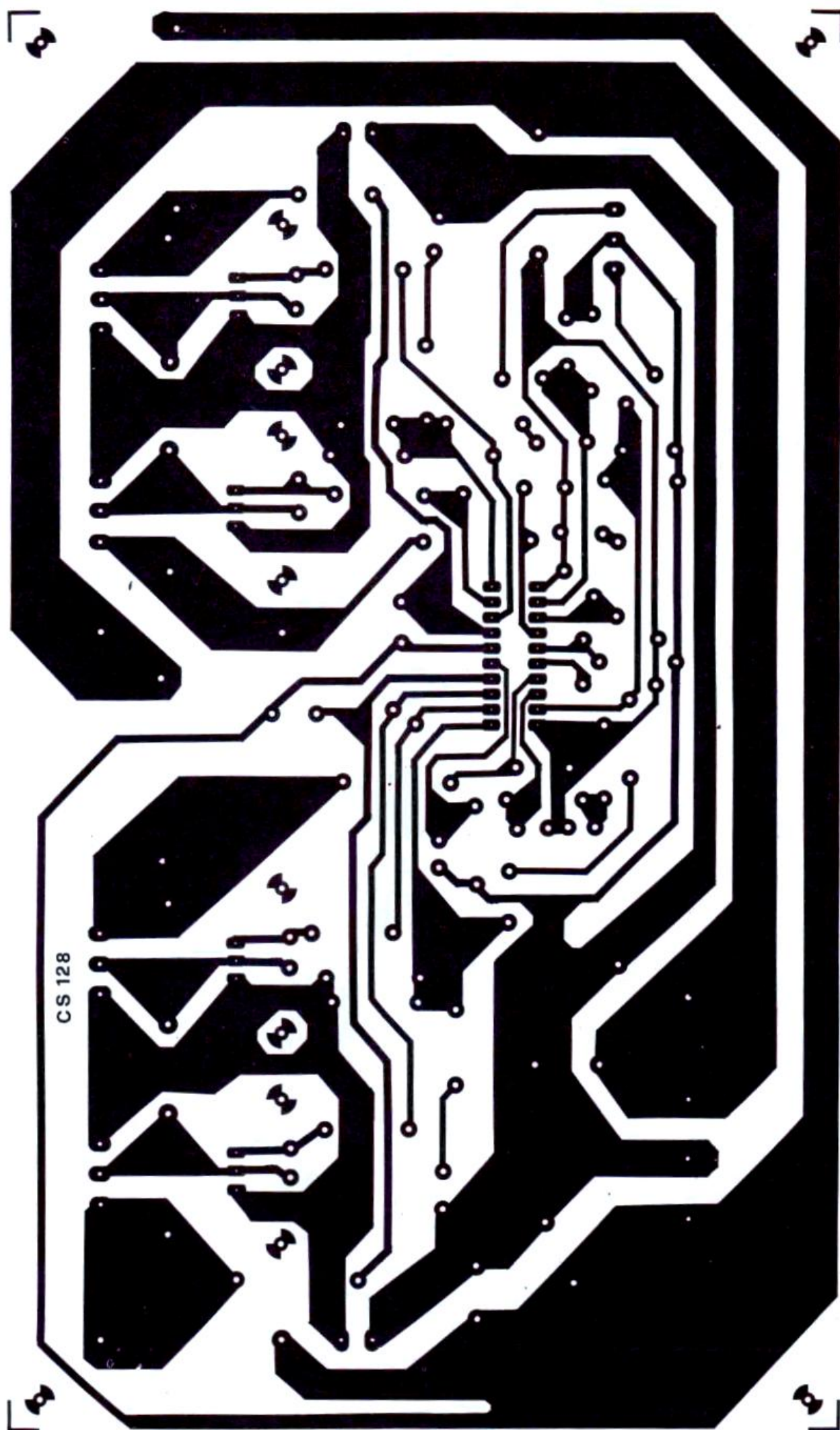
componenti amplificatore e traccia rame

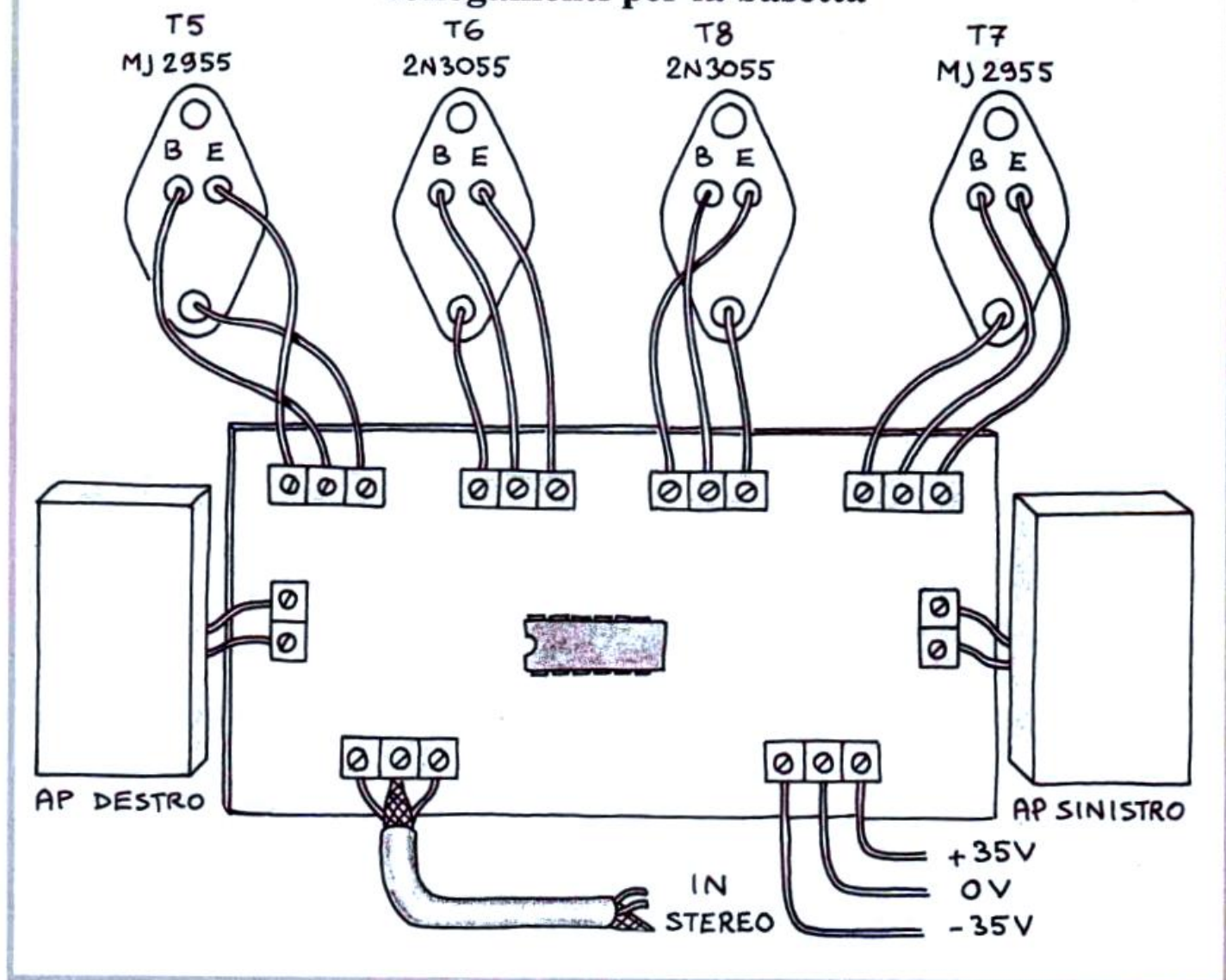
COMPONENTI

R1 = 22 Kohm
R2 = 1,5 Kohm
R3 = 560 Ohm
R4 = 10 Kohm
R5 = 22 Kohm
R6 = 560 Ohm
R7 = 1,5 Kohm
R8 = 120 Kohm
R9 = 820 Kohm
R10 = 100 Kohm
R11 = 2,7 Kohm
R12 = 2,7 Kohm
R13 = 22 Kohm
R14 = 330 Ω Ohm
R15 = 0,1 Ohm 3W
R16 = 22 Kohm
R17 = 100 Ohm 1W
R18 = 390 Ohm
R19 = 390 Ohm
R20 = 100 Ohm 1W
R21 = 330 Ω Ohm
R22 = 0,1 Ohm 3W
R23 = 330 Ω Ohm
R24 = 100 Ohm 1W
R25 = 0,1 Ohm 3W
R26 = 390 Ohm
R27 = 390 Ohm
R28 = 100 Ohm 1W
R29 = 330 Ω Ohm
R30 = 0,1 Ohm 3W
R31 = 22 Kohm
C1 = 1 μF 63 VL
C2 = 100 μF 35 VL
C3 = 1.500 pF
C4 = 100 pF
C5 = 2,2 μF 63 VL
C6 = 1 μF 63 VL
C7 = 100 pF
C8 = 1.500 pF
C9 = 100 μF 35 VL
C10 = 22 μF 35 VL
C11 = 1 μF 63 VL
C12 = 22 μF 35 VL
C13 = 1 μF 63 VL
C14 = 100 pF
C15 = 100 nF
C16 = 1.000 μF 50 VL
C17 = 15 pF
C18 = 150 pF
C19 = 4,7 μF 63 VL
C20 = 150 pF
C21 = 100 pF
C22 = 100 pF
C23 = 150 pF
C24 = 4,7 μF 63 VL
C25 = 150 pF
C26 = 100 pF
C27 = 15 pF
C28 = 100 nF
C29 = 1.000 μF 50 VL
T1,T3 = BD911 (NPN)
T2,T4 = BD912 (PNP)
T5,T7 = MJ2955 (PNP)
T6,T8 = 2N3055 (NPN)
U1 = TDA7250

Varie: 1 CS cod. 128, 1 zoccolo 10+10 pin, 4 dissipatori per TO-220, 4 dissipatori per TO-3, 4 set di isolamento per TO-3, 4 viti con dado.

PER IL KIT VEDI A PAG. 127

rame
ampli

collegamenti per la basetta

T5 MJ 2955
T6 2N3055
T8 2N3055
T7 MJ 2955
B E
AP DESTRO
AP SINISTRO
IN STEREO
+35V
0V
-35V

mento a 56 volt con presa centrale, ovvero di due avvolgimenti a 28 volt. Ovviamente per questa particolare applicazione bisogna fare ricorso ad un trasformatore in grado di erogare almeno 300/350 watt continui.

La tensione alternata viene raddrizzata dai quattro diodi di potenza connessi a ponte; sul catodo di D2 e D3 è presente una tensione unidirezionale positiva (rispetto a massa) mentre sugli anodi di D1 e D4 è presente una tensione unidirezionale negativa. L'ampiezza massima di tale tensione è ovviamente uguale al valore di picco della semionda raddizzata meno la caduta di tensione dovuta ai diodi. Nel nostro caso tale potenziale è di circa 38,5 volt (28 x 1,4 — (0,6)).

L'onda unidirezionale viene resa continua dai condensatori elettrolitici di filtro collegati all'uscita del raddrizzatore.

Nel nostro caso vengono utilizzati due condensatori da 4.700 μF per ramo collegati in parallelo per complessivi 10.000 microfarad. La funzione di questi elementi è illustrata nel grafico (vedi pagina 26).

Inizialmente il condensatore si carica con un andamento simile a quello della semionda per poi scaricarsi sul carico durante il fronte di discesa della semionda. Il condensatore può scaricarsi esclusivamente sul carico in quanto i diodi raddrizzatori (polarizzati inversamente durante il fronte di discesa) impediscono al condensatore di scaricarsi sul secondario del trasformatore.

Il tempo di scarica del condensatore dipende dalla resistenza di carico (ovvero dalla corrente assorbita) e dalla capacità del condensatore.

UN RIPPLE LIMITATO

Dal valore di questa costante di tempo dipende, come si vede nel grafico, il ripple presente sulla linea di alimentazione. A parità di corrente assorbita il ripple è tanto maggiore quanto più bassa

è la capacità del condensatore di filtro. D'altra parte non è possibile aumentare troppo la capacità per evitare che il periodo di conduzione dei diodi rettificatori diminuisca eccessivamente costringendo gli stessi a lavorare con correnti elevatissime.

Nel nostro caso, nelle condizioni più gravose (massimo assorbimento), l'ampiezza del ripple risulta di circa 2,5 volt per cui la tensione di alimentazione non scende mai sotto il valore di 35/36 volt per ramo consentendo all'amplificatore di erogare la massima potenza senza difficoltà.

Completano il circuito di alimentazione due condensatori di filtro di capacità più bassa, un led spia e due fusibili da 5/10 ampere. Ultimata così la descrizione anche di questo stadio, occupiamoci ora della realizzazione pratica di questo eccezionale progetto.

IN PRATICA

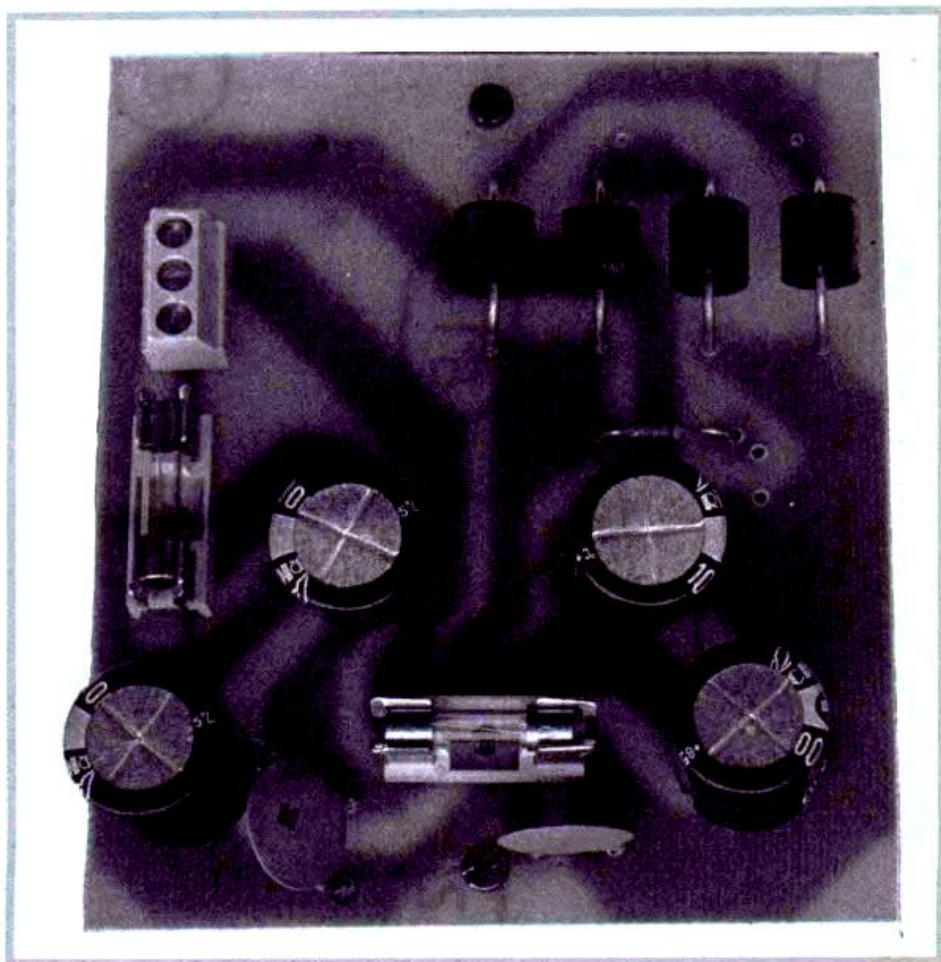
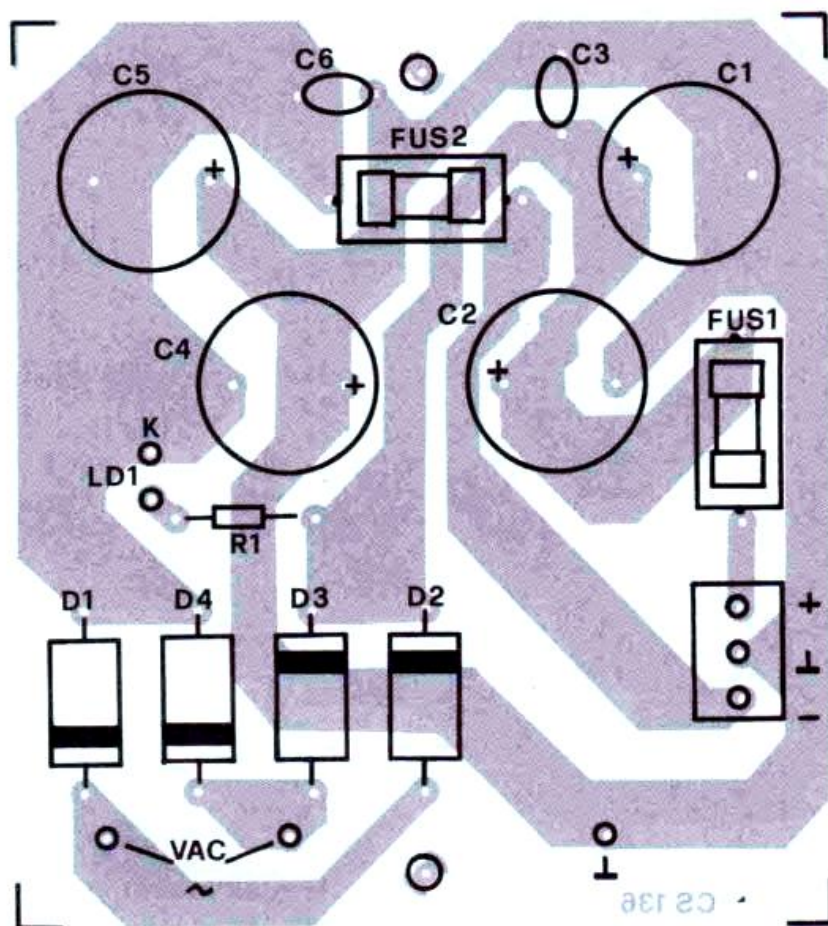
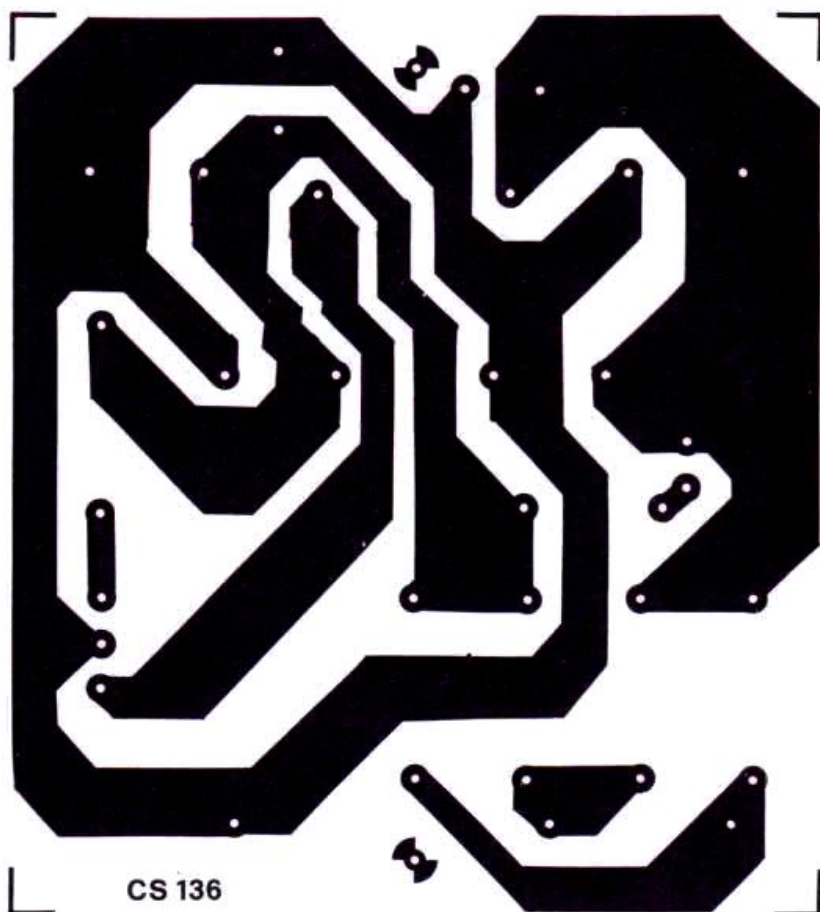
L'amplificatore è stato montato facendo ricorso ad una basetta stampata le cui dimensioni, come si può vedere nelle illustrazioni, sono abbastanza contenute.

Su tale basetta sono montati tutti i componenti ad eccezione dei quattro transistor di potenza che debbono essere fissati ad altrettanti dissipatori esterni in grado di smaltire il calore prodotto. Anche le due coppie di media potenza debbono essere munite di piccole alette di raffreddamento.

Il circuito stampato può essere realizzato facilmente facendo ricorso alla fotoincisione, a tale fine le dimensioni del master pubblicato sono quelle reali.

Raccomandiamo di riprodurre esattamente il percorso delle piste, anche di quelle che hanno un andamento apparentemente strano; si tratta di piccoli ma utili accorgimenti atti ad evitare «loop di massa» che aumentano la stabilità del circuito evitando l'insorgere di autoscillazioni parassite e altri inconvenienti del genere.

Realizzata la basetta, potrà avere inizio il cablaggio vero e proprio.

l'alimentatore

rame alimentatore

COMPONENTI
(alimentatore)

R1 = 2,2 Kohm
C1,C2,C4,C5 = 4.700 µF 50 VL
C3,C6 = 100 nF
D1,D2,D3,D4 = Diodi 200V-6A
Ld1 = led rosso
S1 = deviatore
FUS1,2 = 5 ampere
TF1 = 220/28+28V 300VA

Varie: 1 CS cod. 136, 2 portafusibili da stampato.

PER IL KIT VEDI A PAG. 127

Montate i vari componenti rispettando le indicazioni contenute nel piano di cablaggio e nell'elenco componenti; inserite e saldate per primi i componenti passivi, lo zoccolo dell'integrato, le morsettiere e di seguito tutti gli altri componenti.

Prima del montaggio verificate attentamente l'orientamento dei condensatori elettrolitici e quello dei transistor.

collegamenti

Per ultimo inserite l'integrato TDA7250. Anche in questo caso verificate che il componente venga inserito nel verso giusto, evidenziato dalla tacca di riferimento. Infine montate i transistor di potenza sugli appositi dissipatori di calore.

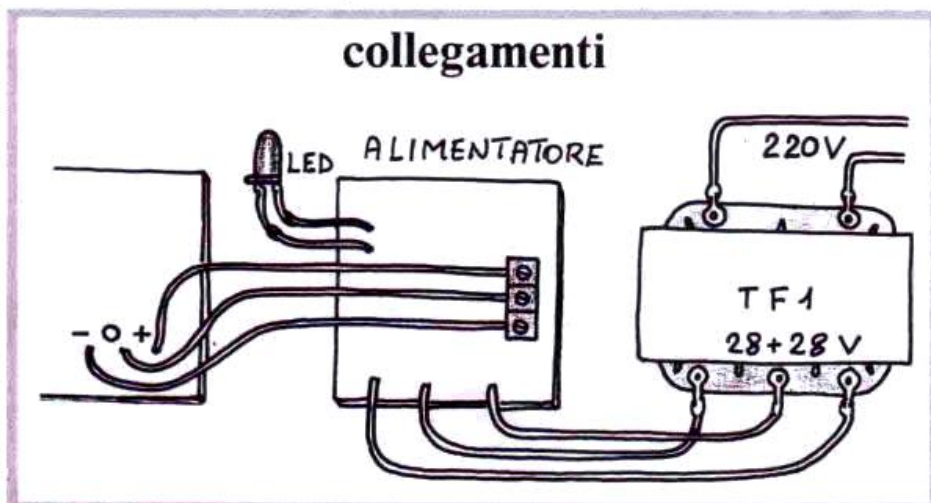
Qualora i dissipatori vengano a contatto tra loro (direttamente o tramite il pannello posteriore del mobile al quale dovranno essere fissati), è necessario isolare i transistor con gli appositi foglietti di mica e con viti plastiche.

Alla massima potenza ogni transistor dissipa in calore circa 20/25 watt per cui è necessario fare ricorso a dissipatori di adeguate dimensioni. In pratica bisogna utilizzare dissipatori da 2,5 C/W o meno i quali limitano l'innalzamento termico a circa 70 gradi; in questo modo la temperatura massima raggiunge i 100 gradi, temperatura alla quale i finali possono ancora lavorare ed erogare la potenza richiesta.

Ovviamente questa temperatura viene raggiunta nelle condizioni più gravose ovvero quando l'amplificatore viene pilotato con una tensione sinusoidale continua per un tempo lunghissimo. In pratica ciò non accade mai perché, anche lavorando al limite, il segnale musicale d'ingresso presenta un andamento alterno dove picchi di potenza si susseguono a brevi pause.

CABLAGGIO E TRASFORMATORI

L'impiego di quattro dissipatori esterni consente una più agevole sistemazione dell'amplificatore all'interno del contenitore. I cavi di collegamento tra la basetta e i transistor di potenza non dovranno superare la lunghezza di 20/25 centimetri e il loro diametro (almeno per quanto riguarda i collegamenti all'emettitore ed al collettore) non dovrà essere inferiore al millimetro.

Il piano generale di cablaggio evidenzia come vanno collegati i quattro transistor di potenza ed i due altoparlanti. Per verificare il funzionamento dell'amplificatore è necessario realizzare l'apposito

alimentatore. Anche per questo dispositivo abbiamo approntato un circuito stampato sul quale, come si può vedere nei disegni, sono stati montati tutti i componenti ovvero i diodi, i condensatori ed i fusibili.

L'esiguo numero di componenti rende molto semplice la realizzazione di questa apparecchiatura. Le ridotte dimensioni della basetta consentono di fissare la stessa all'intelaiatura metallica del trasformatore di alimentazione. A montaggio ultimato verificate con un tester che l'alimentatore fornisca a vuoto una tensione continua di ±38/39 volt.

Spesso i trasformatori con presa centrale utilizzano due avvolgimenti separati; in questo caso un capo del primo avvolgimento va collegato ad un capo del secondo in modo da ottenere un unico avvolgimento con presa centrale. Ovviamente vanno collegati tra loro la fine del primo avvolgimento e l'inizio del secondo; in caso contrario i due flussi si annullano e la tensione d'uscita scende rapidamente a zero non appena si collega un qualsiasi carico all'uscita.

In alcuni casi risulta molto difficile distinguere l'inizio e la fine dei due avvolgimenti per cui non resta che affidarsi al caso; se dopo aver effettuato i collegamenti la tensione di uscita scende rapidamente a zero bisogna invertire i collegamenti di un solo avvolgimento.

PER IL COLLAUDO

Effettuata anche questa importante verifica non resta che collegare le tre uscite dell'alimentatore al nostro amplificatore stereo e verificare che anche quest'ultimo funzioni correttamente.

Quanti dispongono di un laboratorio attrezzato potranno verificare con l'oscilloscopio ed il generatore di segnali le principali caratteristiche del circuito; gli altri si dovranno accontentare di una prova «ad orecchio» collegando alle uscite due casse in grado di reggere la potenza erogata ed applicando all'ingresso del circuito un segnale di bassa frequenza di livello adeguato proveniente da un preamplificatore o da un sintonizzatore.

Con un tester, utilizzato come milliamperometro, potrete verificare la corrente assorbita a vuoto dell'amplificatore, corrente che deve essere compresa tra 10 e 15 milliampere per ramo; alla massima potenza la corrente assorbita sfiora invece i 5 ampere.

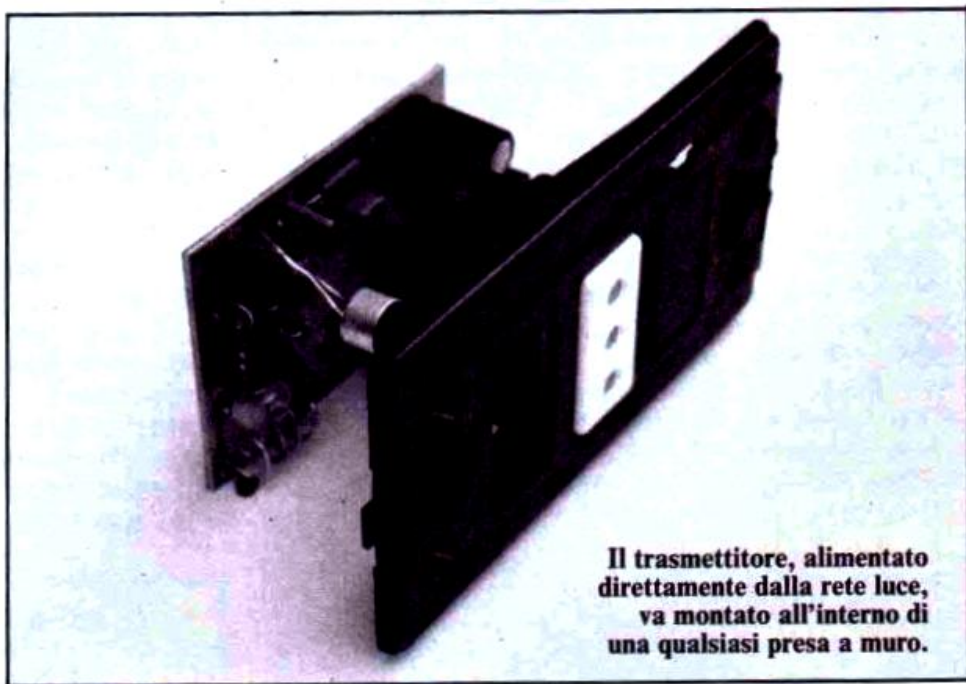
Come specificato nel corso dell'articolo è possibile, in relazione alle proprie esigenze, modificare alcune carattteristiche funzionali dell'amplificatore. Per abbassare la soglia di intervento della protezione in corrente dei transistor di potenza bisogna aumentare da 0,1 a 0,15 ohm i valori delle resistenze R15,R22,R25 e R30 mentre per aumentare la sensibilità dei due canali è sufficiente aumentare i valori delle resistenze R16 e R31 sino ad un massimo di 100 Kohm.

Per ottenere invece una potenza di 100+100 watt anche con un carico di 8 ohm bisogna fare ricorso ad un alimentatore in grado di erogare una tensione di ±42/45 volt con una potenza non inferiore a 300/350 watt.

Un alimentatore del genere è stato presentato sul fascicolo di ottobre dello scorso anno. Se tutte le verifiche avranno dato esito positivo potrete alloggiare l'ampli e l'alimentatore all'interno di un adeguato contenitore. L'unica precauzione da adottare in un caso del genere è quella di sistemare il trasformatore il più lontano possibile dagli stadi di ingresso dell'amplificatore; se ciò non è possibile e se il rumore «captato» dagli ingressi è troppo alto non resta che interporre tra alimentatore e ampli uno schermo metallico che deve essere collegato elettricamente a massa.

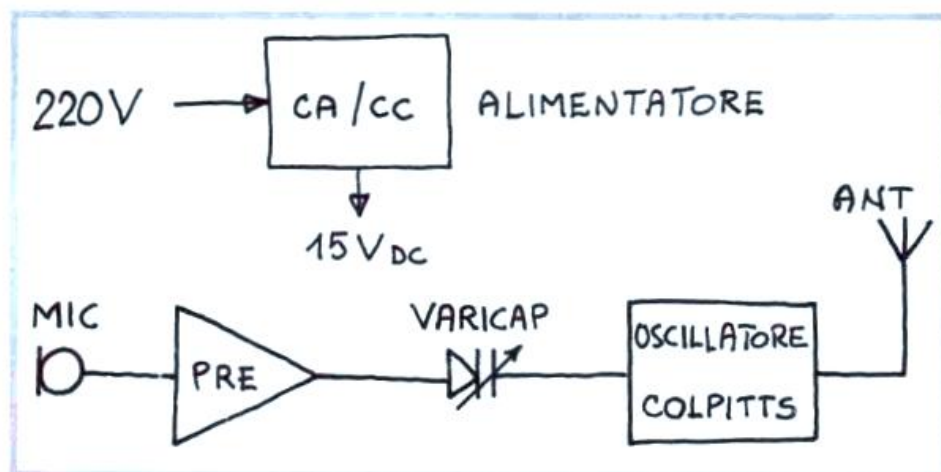
Un'altra precauzione riguarda i dissipatori sui quali sono montati i transistor di potenza. Questi elementi vanno obbligatoriamente montati all'esterno del mobile, possibilmente sul pannello posteriore; è consigliabile inoltre fissare i dissipatori in posizione verticale in modo da favorire la circolazione d'aria e la conseguente dispersione di calore.

UNA MICROSPIA FM SUPER

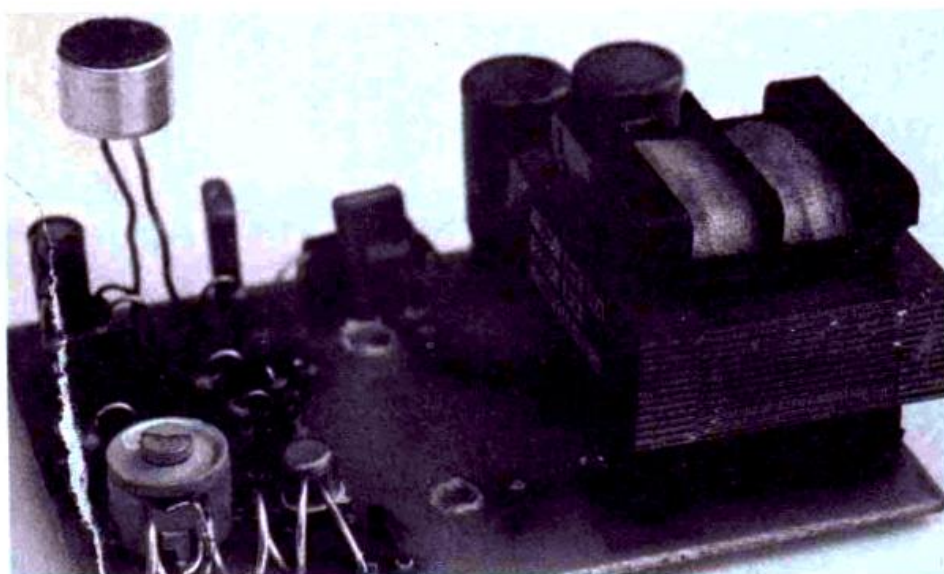
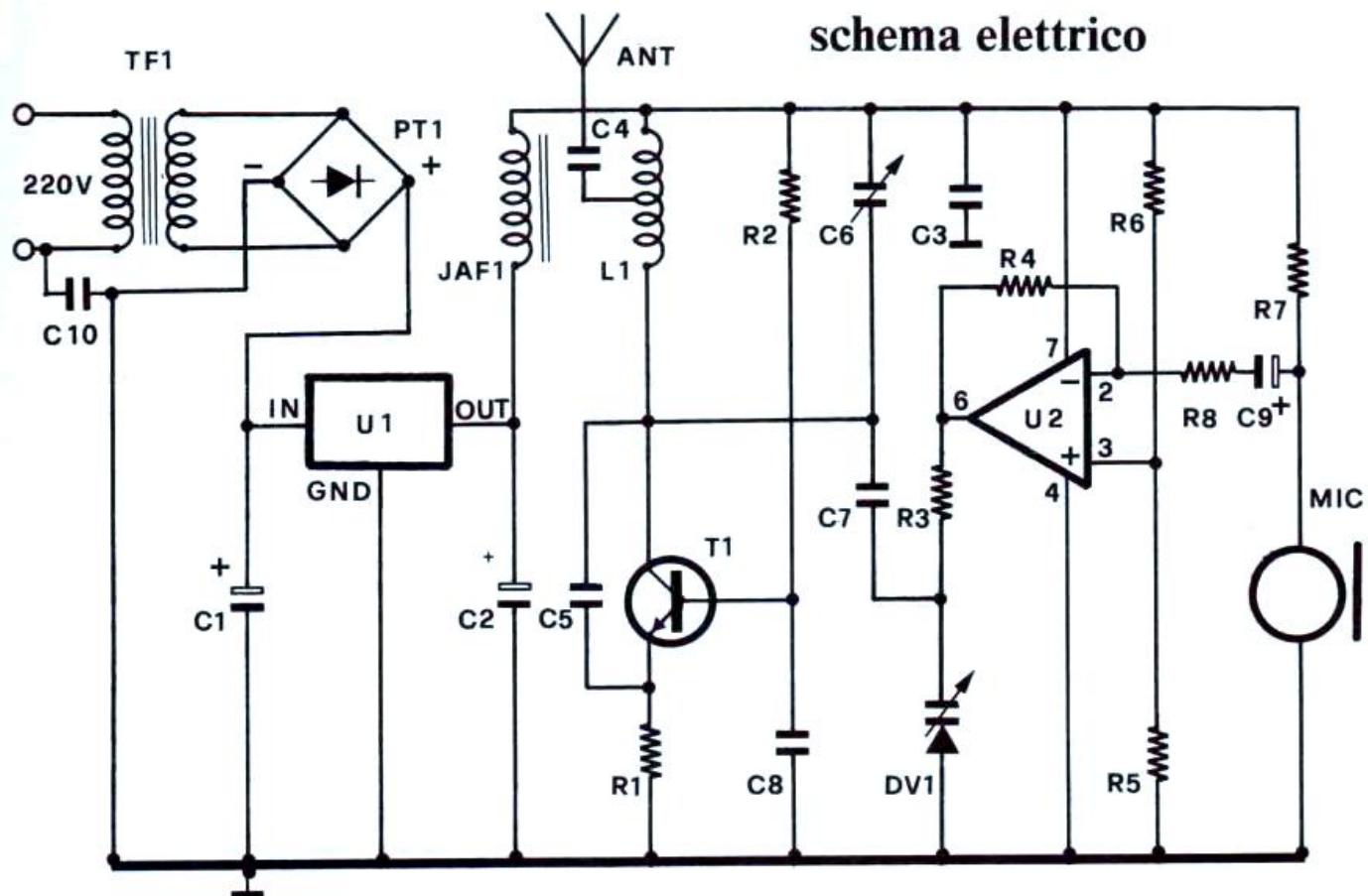
UNA PRESA A MURO, UNA MICROSPIA ALIMENTATA DALLA RETE, UN RICEVITORE FM: ECCO COME ASCOLTARE DA GRANDE DISTANZA QUANTO SI DICE ALL'INTERNO DI UN QUALSIASI LOCALE. UN CIRCUITO DALLE INNUMEREVOLI APPLICAZIONI, UN PROGETTO SICURAMENTE ALL'AVANGUARDIA IN QUESTO SETTORE.

Il trasmettitore, alimentato direttamente dalla rete luce, va montato all'interno di una qualsiasi presa a muro.

Negli ultimi tempi in quasi ogni numero della rivista ci siamo occupati di microtrasmittenti in FM presentando circuiti più o meno complessi in grado di irradiare entro un raggio di una trentina di metri segnali audio captati da un microfono o prelevati dalla linea telefonica. Questo mese, visto il crescente successo di questi dispositivi, e per soddisfare le continue richieste in questo senso, presentiamo il progetto di un microtrasmettitore dalle caratteristiche professionali. In questo caso il termine «professionale» sta ad indicare che, al contrario dei circuiti presentati nei mesi passati, questo apparecchio potrebbe essere utilizzato per effettuare del vero e proprio spionaggio elettronico. Ovviamente il circuito può essere utilizzato per tantissimi altri scopi (come antifurto, per controllare a distanza la stanza di un bambino, eccetera). Per questo motivo abbiamo ritenuto di pubblicarne il progetto dopo che in un primo momento avevamo preso una decisione opposta. Vediamo dunque cosa offre di tanto speciale questo circuito rispetto a quelli tradizionali. Diciamo subito che l'apparecchio è stato progettato per poter essere inserito all'interno d una presa di corrente a muro. L'alimentazione viene prelevata direttamente dalla rete luce

COME FUNZIONA

Il circuito del nostro microtrasmettitore FM è molto simile a quello di altri progetti presentati in passato. La particolarità di questo progetto è rappresentata dalla alimentazione tramite rete luce (che comporta grossi problemi di ronzio) e dall'uso di un capo della rete come terminale di massa. L'insieme di questi due accorgimenti consente di ottenere una portata considerevole ed una buona stabilità di funzionamento. Inoltre la sezione di bassa frequenza impiega uno stadio amplificatore ad elevatissimo guadagno che consente di ottenere una notevole sensibilità. La sezione di alta frequenza utilizza un solo transistor ed un sistema di modulazione a varicap. Lo stadio alimentatore (che fornisce una tensione continua di 15 volt) è formato da un piccolo trasformatore di alimentazione, da un raddrizzatore a ponte e da un regolatore di tensione a tre pin.

per cui il dispositivo resta in funzione per anni e anni e non, come succede per le normali microspie, per poche ore o al massimo per pochi giorni. Oltre a ciò il segnale irradiato dal nostro circuito può essere facilmente captato entro un raggio di 100-300 metri; una simile portata è più che sufficiente per la maggior parte delle applicazioni, anche per quelle un po'... particolari. Per ottenere queste prestazioni non abbiamo dovuto fare ricorso ad un circuito molto complesso. Tutt'altro. È bastato adottare un banale accorgimento per trasformare il solito oscillatore Colpitts in un circuito dalle prestazioni superlative. L'accorgimento a cui ci riferiamo consiste nell'impiego di un terminale della rete come massa del nostro microtrasmettitore; questa semplice «trovata» ha permesso di quintuplicare il raggio di azione del dispositivo. Lo schema, come si può riscontrare sia nel disegno a blocchi che in quello generale, è infatti un classico nel suo genere. L'oscillatore viene modulato mediante un varicap posto in parallelo al circuito accordato mentre il segnale audio viene amplificato da un operazionale ad elevato guadagno. Ma procediamo con ordine occupandoci innanzitutto dello stadio di alimentazione. Questa sezione fa capo ad un trasformatore da 1 watt in grado di fornire una tensione di 15 o 18 volt alternati. In un primo tempo, visto il limitato consumo del circuito, avevamo pensato di utilizzare un alimentatore RC: l'elevato ronzio prodotto da un circuito del genere ci ha però fatto desistere dopo poche prove. La tensione alternata viene raddrizzata dal ponte di diodi e resa perfettamente continua dal condensatore elettrolitico C1. Utilizzando un trasformatore da 15 volt otteniamo ai capi di C1 una tensione continua di oltre 20 volt. Tale tensione viene applicata all'ingresso del regolatore a tre pin U1, un comune 7815. Scopo di questo integrato non è tanto quello di stabilizzare perfettamente la tensione quanto piuttosto quello di ridurre ai minimi termini il cosiddetto ripple ovvero l'ondulazione residua a 50 Hz. Nel nostro caso è sufficiente che il ripple presenti un valore di qualche millivolt per produrre una fortissima modulazione a 50 Hz che impedisce l'ascolto di quanto captato dal microfono. Il condensatore elettrolitico C2 e l'impedenza di uscita contribuiscono a migliorare ulteriormente il funzionamento del trasmettitore da questo punto di vista. La

COMPONENTI

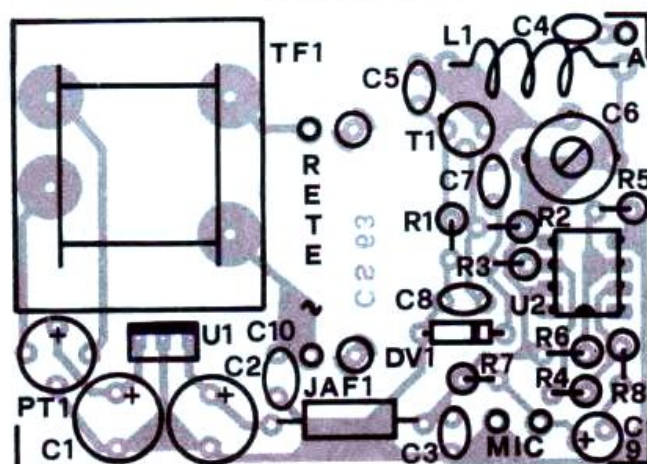
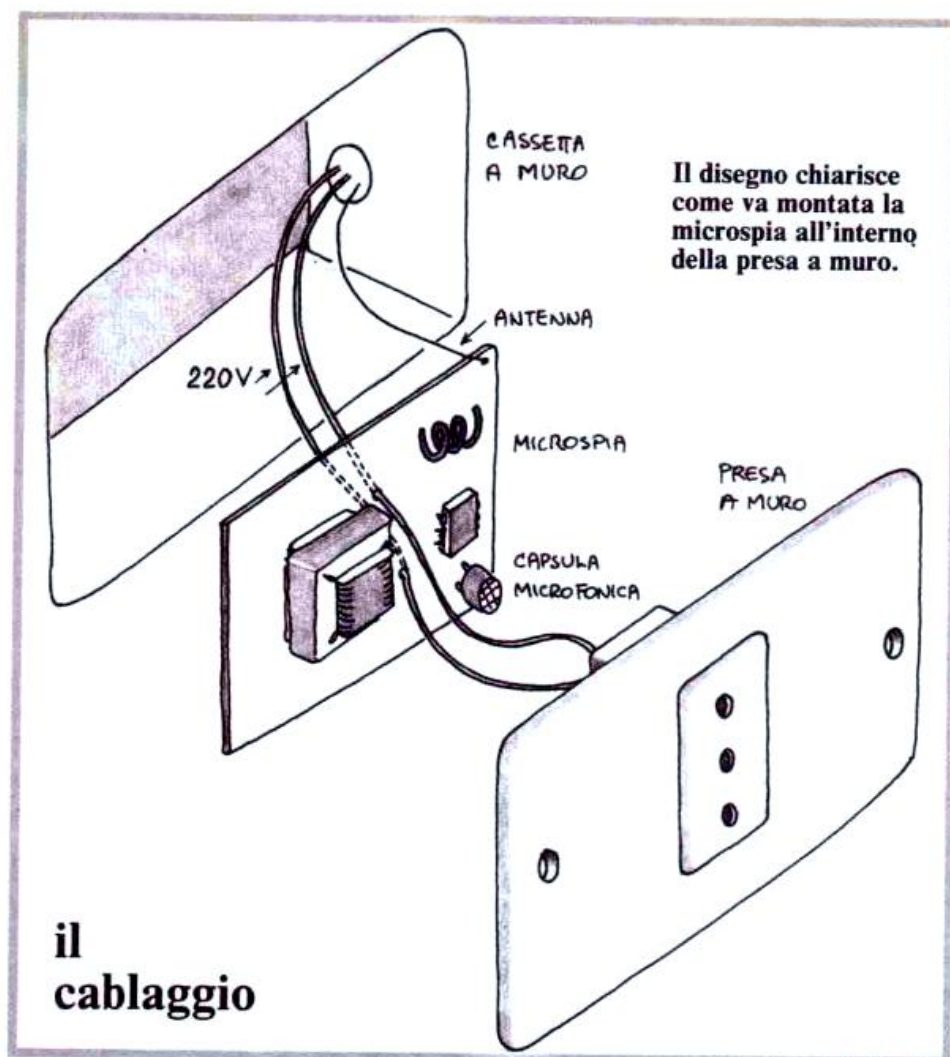
R1 = 330 Ohm
R2 = 33 Kohm
R3,R5,R6 = 10 Kohm
R4 = 220 Kohm
R7 = 2,2 Kohm
R8 = 1 Kohm
C1,C2 = 470 µF 25 VL
C3 = 47 nF
C4,C7 = 10 pF
C5 = 15 pF
C6 = 4/20 pF compensatore
C8 = 1.000 pF
C9 = 1 µF 16 VL
C10 = 100 nF
JAF1 = VK200

schema elettrico

tensione continua a 15 volt alimenta entrambe le sezioni che compongono il circuito. Lo stadio di bassa frequenza fa capo all'operazionale U1 mentre quello di alta è incentrato sul transistor T1. Il 741 utilizzato presenta un guadagno in tensione di circa 50 dB che garantisce una elevata sensibilità microfonica anche perché il circuito utilizza come trasduttore una capsula preamplificata. Il guadagno può essere adattato alle proprie esigenze aumentando o diminuendo il valore della resistenza di reazione R4. Il segnale amplificato viene applicato ai capi di un varicap il quale, a sua volta, risulta collegato in parallelo al circuito accordato L1/C6 da cui dipende la frequenza di emissione del trasmettitore. Il transistor viene mantenuto in oscillazione dal condensatore collegato tra collettore ed emettitore. Dal valore della resistenza di emettitore dipende in gran parte la potenza RF irradiata dallo stadio. Nel nostro caso abbiamo utilizzato una resistenza da 330 ohm che, consente di ottenere in uscita, con una tensione di alimentazione di 15 volt, una potenza di un centinaio di milliwatt. La massa del circuito è collegata tramite il condensatore C10 ad uno dei due terminali della rete a 220 volt. Come spiegato in precedenza questo semplice accorgimento consente di aumentare notevolmente la portata del trasmettitore ed anche di ridurre ulteriormente la modulazione residua a 50 Hz. Le prove hanno dimostrato che il

T1 = 2N2222 o eq.
PT1 = Ponte 100V-1A
DV1 = Varicap BB221
MIC = Microfono preamplificato
U1 = 7815
U2 = 741
TF1 = 220/15V 1 VA
L1 = vedi testo

Varie: 1 CS, 1 zoccolo 4+4, 20 cm filo smaltato 0,8 mm.

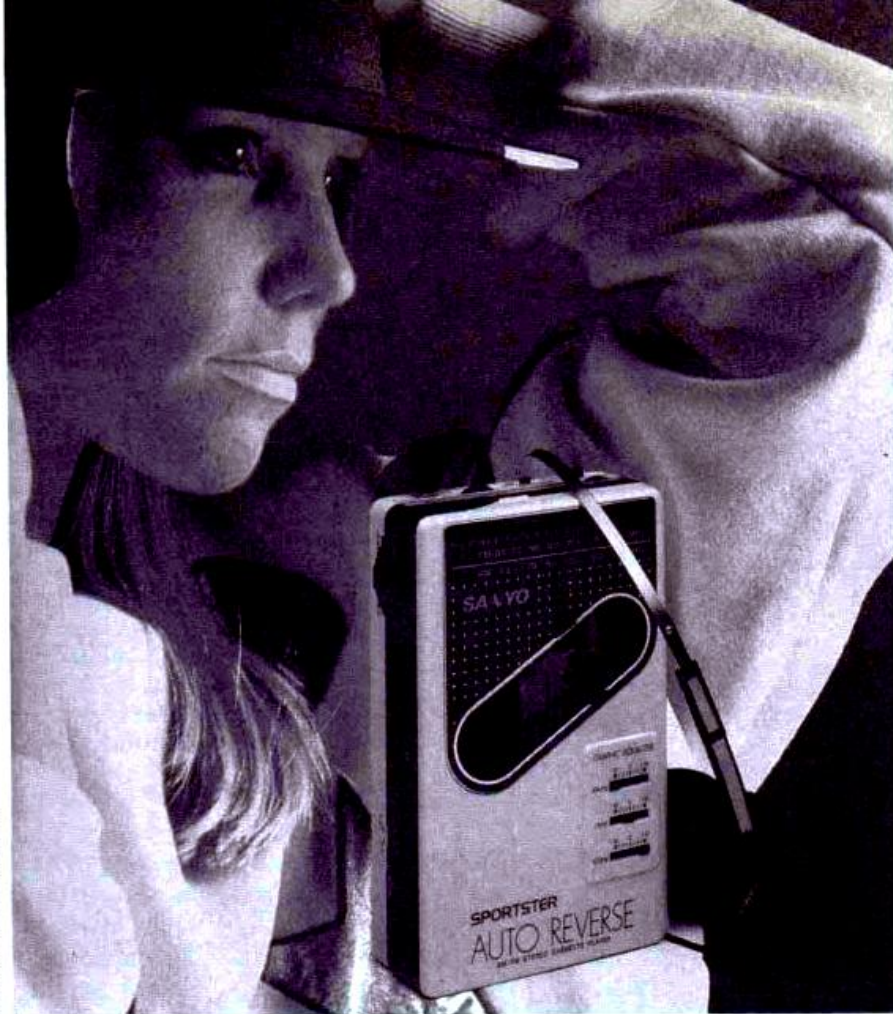
PER IL KIT VEDI A PAG. 127

la basetta

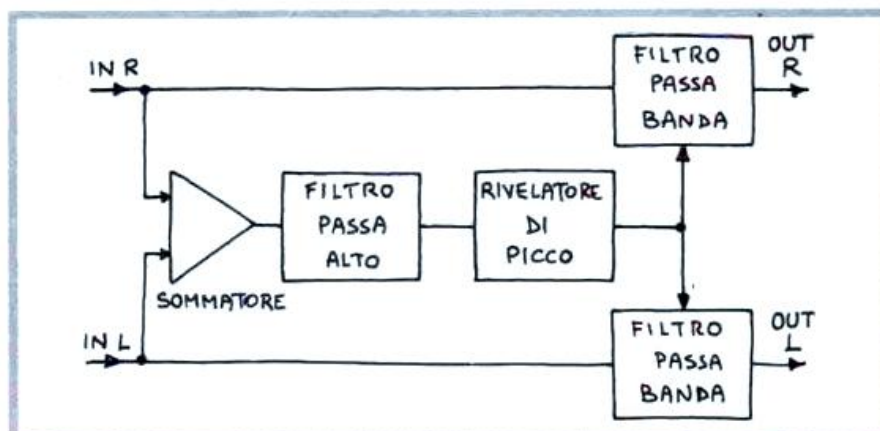
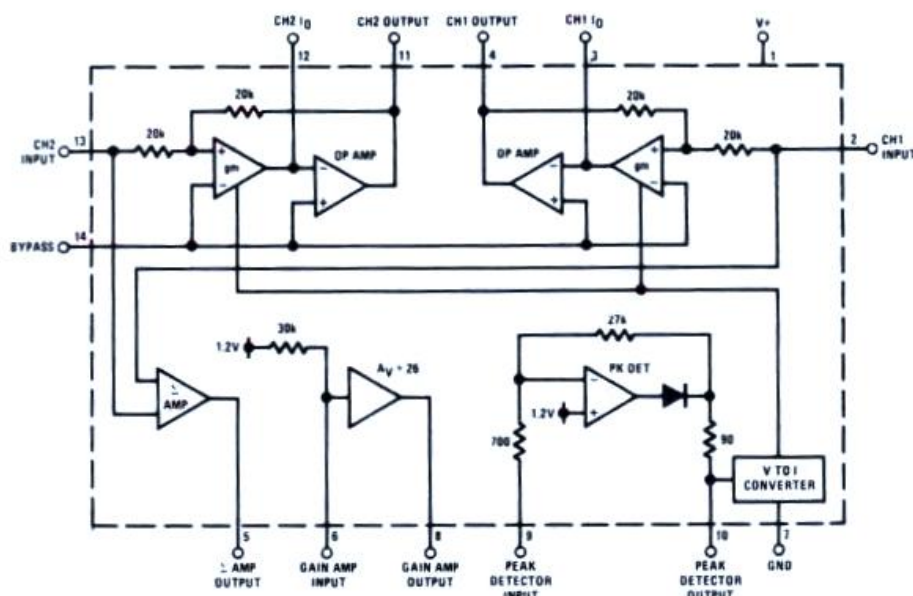
Il disegno chiarisce come va montata la microspia all'interno della presa a muro.

il cablaggio

condensatore C10 può essere collegato indifferentemente alla fase o al neutro. Occupiamoci ora degli aspetti pratici inerenti la realizzazione di questo dispositivo. Come potete vedere nelle illustrazioni, la basetta da noi approntata è stata studiata per poter essere facilmente alloggiata sul retro di una qualsiasi presa a muro sfruttando lo spazio lasciato libero dalla presa vera e propria. Ecco perché al centro della basetta troviamo parecchio spazio libero mentre in altre zone della piastra vi è una elevata concentrazione di componenti. Il montaggio non richiede una specifica esperienza nel settore dell'alta frequenza in quanto il circuito non è per nulla critico. Dopo aver realizzato la basetta montate i vari componenti facendo particolare attenzione agli elementi polarizzati. Tutti i componenti sono facilmente reperibili in commercio ad eccezione della bobina L1 che pertanto deve essere autocostruita. La bobina è composta da quattro spire di filo di rame smaltato del diametro di 0,8 millimetri avvolte in aria; l'avvolgimento deve presentare un diametro interno di circa 8 millimetri ed una lunghezza di un centimetro. A montaggio ultimato collegate alla presa di antenna uno spezzone di filo di circa un metro di lunghezza e date tensione. Con un ricevitore FM provate a sintonizzare il segnale emesso dal circuito. Se tutto funziona correttamente, il ricevitore entrerà in Larsen a causa della vicinanza con il TX. Il ronzio di rete che in ogni caso sentirete in sottofondo non deve in alcun modo disturbare la corretta ricezione del segnale. Come spiegato in precedenza, se la sensibilità è troppo alta o troppo bassa potrete correre ai ripari modificando il valore della resistenza R4. La capsula microfonica dovrà sporgere dalla piastra di almeno 3-4 centimetri in modo da risultare quasi a contatto con la mascherina della presa a muro. Le illustrazioni chiariscono come inserire la microspia all'interno di questa presa. Il circuito dovrà essere collegato in parallelo ai due conduttori di rete evitando di staccare i terminali dalla presa che così potrà essere utilizzata normalmente. Lo spezzone di filo che funge da antenna andrà invece infilato nel tubo di plastica dell'impianto elettrico. Ultimato il cablaggio richiudete il tutto e verificate che il circuito continui a funzionare nel migliore dei modi. Nonostante la presenza della mascherina, il microfono è in grado di captare con sufficiente fadeltà e sensibilità qualsiasi frase o rumore. Eventualmente, per rendere ancora più sensibile il circuito, è possibile realizzare un foro di un paio di millimetri sulla mascherina (per il microfono!).

Altre due immagini del prototipo da noi realizzato. Nonostante l'impiego di un trasformatore di alimentazione, il circuito può essere agevolmente inserito all'interno di una qualsiasi presa a muro.

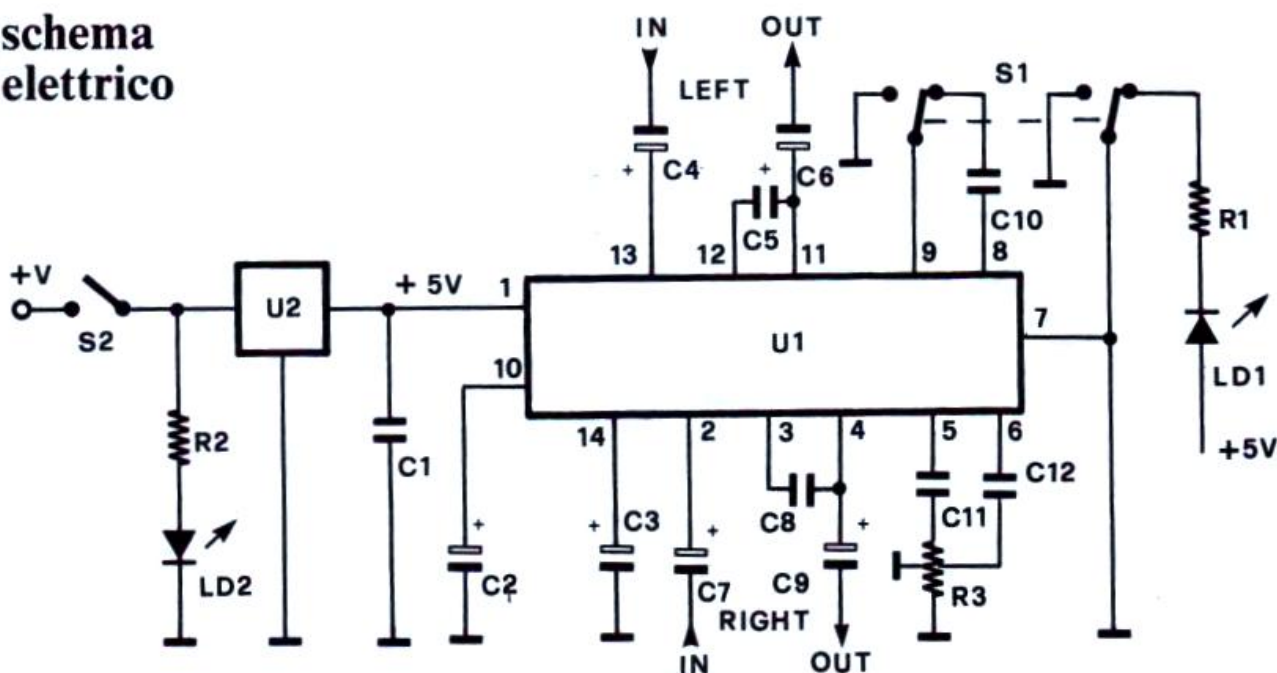
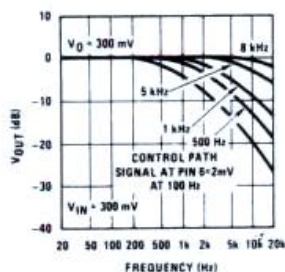
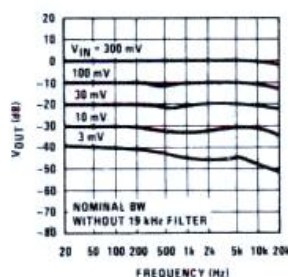
SANYO COURTESY

DNR SYSTEM

UN SEMPLICISSIMO CIRCUITO PER RIDURRE DRASTICAMENTE IL RUMORE DI FONDO DI QUALSIASI SORGENTE SONORA. IL PROGETTO UTILIZZA LA PARTICOLARE TECNICA MESSA A PUNTO DALLA NATIONAL NOTA COME «DYNAMIC NOISE REDUCTION».

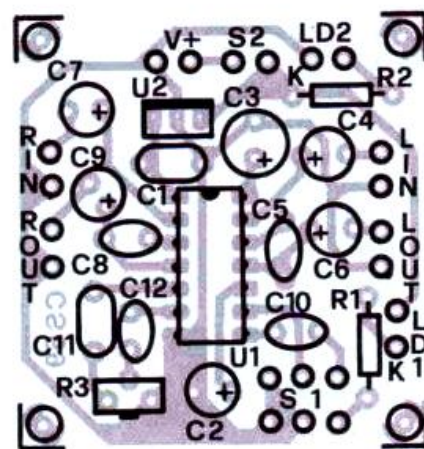
Per cercare di ridurre al massimo il rumore di fondo delle apparecchiature di riproduzione sonora sono state messe a punto numerose tecniche. L'attenzione dei costruttori si è rivolta in particolare ai registratori magnetici che, indubbiamente, rappresentano l'anello più debole (da questo punto di vista) della catena di riproduzione sonora. Sono stati tuttavia realizzati anche sistemi

COME FUNZIONA

Lo schema interno dell'integrato LM1894 e i due grafici chiariscono il principio di funzionamento di questo dispositivo. In sostanza l'integrato si comporta come un filtro la cui banda passante viene controllata da una tensione continua; l'ampiezza di questa tensione dipende dalla frequenza del segnale di ingresso. In questo modo la banda passante viene incrementata solamente quando ciò si rende necessario ovvero solamente quando il segnale di ingresso presenta una frequenza elevata. Limitando la banda passante il rumore di fondo (che è distribuito uniformemente lungo tutto lo spettro audio) si riduce drasticamente.

di riduzione del rumore per sintonizzatori, giradischi, eccetera. Tutti questi circuiti (ricordiamo il Dolby, i compander, eccetera) intervengono sul segnale audio sia in fase di registrazione che in fase di riproduzione. In altre parole il segnale, prima di essere registrato, viene codificato e successivamente (in riproduzione) decodificato. Queste tecniche pertanto non possono essere applicate in ogni caso e, soprattutto non sono intercambiabili tra loro. L'unico sistema di riduzione del rumore che non richiede una operazione di codifica e di decodifica e che pertanto può essere utilizzato in qualsiasi circostanza è quello messo a punto dalla National e noto come Dynamic Noise Reduction. La National ha anche realizzato e commercializzato un integrato in grado di mettere in pratica questa tecnica: si tratta dell'LM1894, un dual-in-line plastico a 14 piedini. Il sistema utilizzato per ridurre il rumore consiste nel limitare la banda passante del circuito adeguandola alla frequenza del segnale di ingresso. È evidente che una banda passate meno ampia consente di ridurre in maniera sensibile il rumore. D'altra parte il tempo di intervento del filtro passa banda è talmente breve (0,5 mS) che l'orecchio umano non riesce a percepire alcuna variazione nella risposta del circuito. Diamo dunque un'occhiata allo schema a blocchi del nostro dispositivo per

schema elettrico

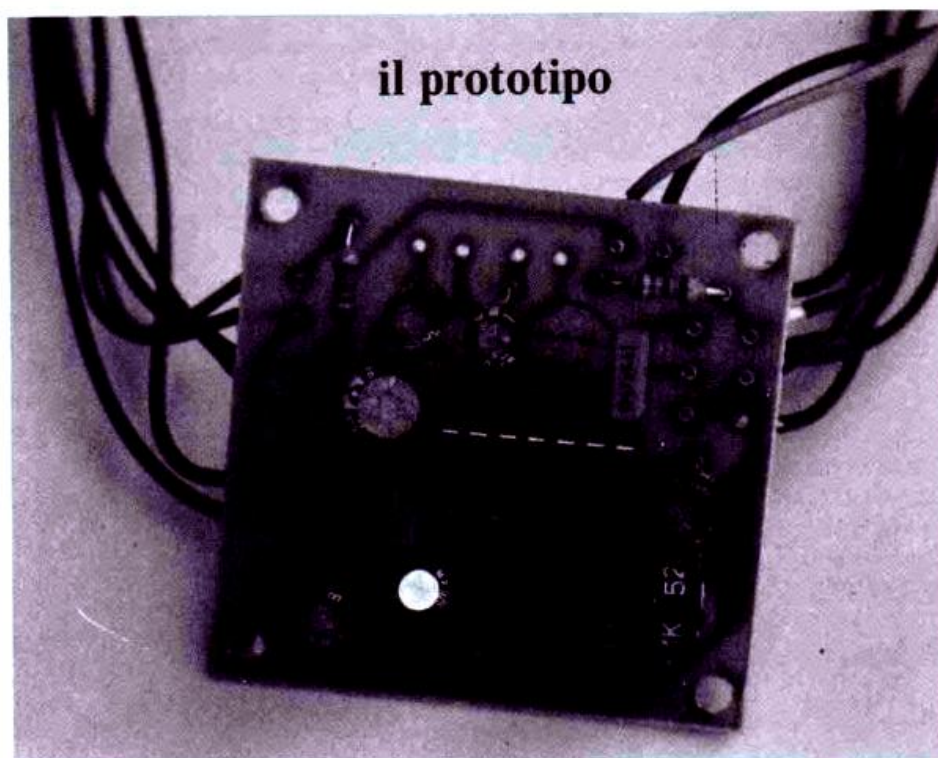
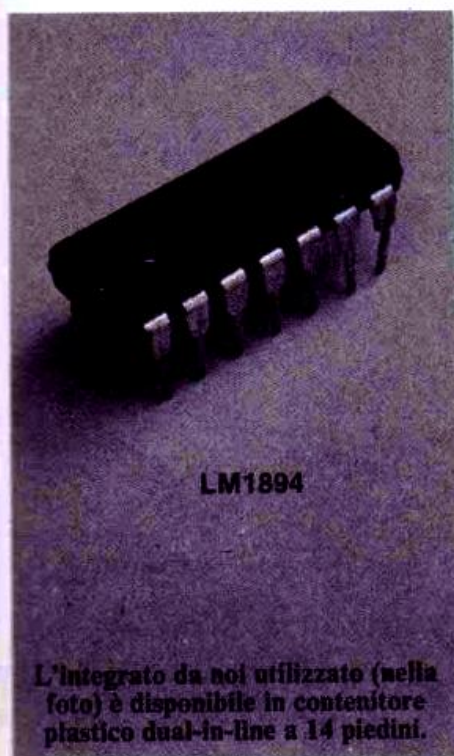
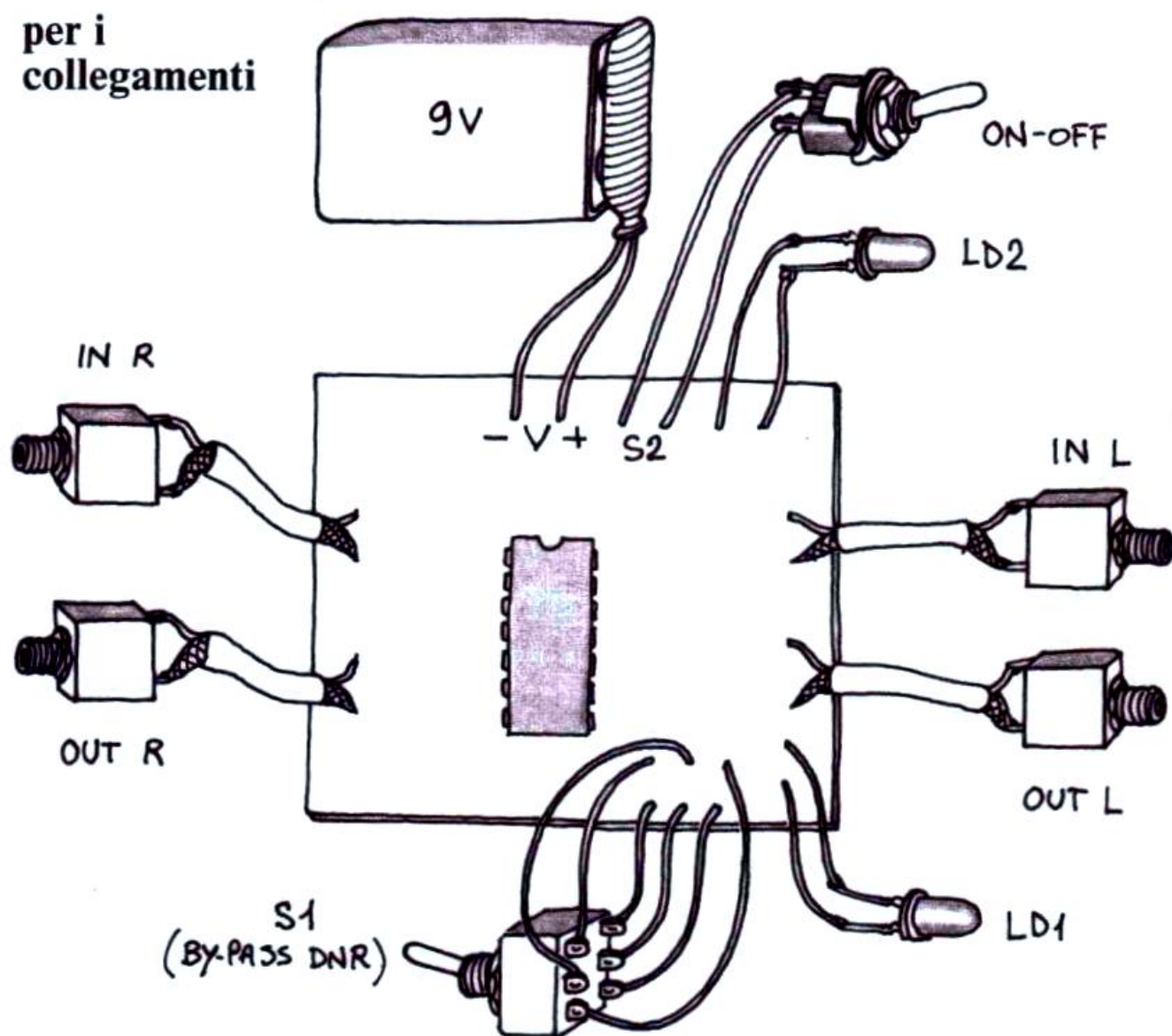
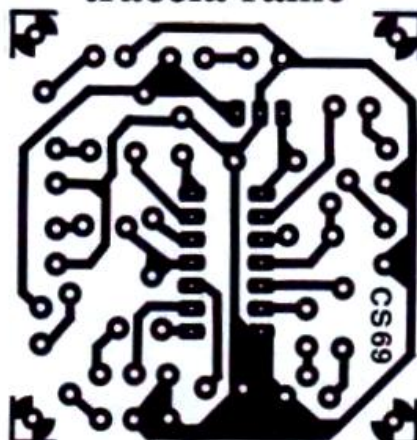
IN LEFT OUT
S1
C4 C6 C5 C10 R1
13 12 11 9 8
+V S2 U2 + 5V 1 U1 7
10 LD1
14 2 3 4 5 6
R2 C1 C3 C8 C11 C12 +5V
LD2 C2 C7 C9 R3
RIGHT
IN OUT

COMPONENTI

R1,R2 = 560 Ohm
R3 = 1 Kohm trimmer
C1 = 100 nF
C2,C4 = 1 μF 16 VL
C3 = 100 μF 16 VL
C5,C8 = 3.900 pF
C6,C7 = 1 μF 16 VL
C9 = 1 μF 16 VL
C10 = 47 nF pol.
C11 = 100 nF pol.
C12 = 1.000 pF cer.
LD1,LD2 = Led rossi
S1 = Deviatore doppio
S2 = Deviatore unipolare
U1 = LM1894
U2 = 7805

Varie: 1 zoccolo 7+7, 1 circuito stampato.

PER IL KIT VEDI A PAG. 127

comprendere come funziona questo particolare circuito. Su entrambi i canali (il circuito è ovviamente stereo) è presente un filtro passa banda controllato in tensione; in assenza di segnale di ingresso o con segnale di frequenza inferiore a circa 1,6 KHz, la banda passate viene limitata a circa 2.000 Hz. Il valore di 1,6 KHz corrisponde alla frequenza di taglio del filtro passa alto d'ingresso al quale giungono, dopo essere stati sommati, i segnali dei due canali. Se la frequenza del segnale audio aumenta, la tensione di uscita del filtro sale anch'essa e di conseguenza aumenta pure l'ampiezza della banda passante dei due filtri. Il segnale audio può così essere riprodotto fedelmente. Per meglio comprendere il funzionamento di questo circuito, nelle illustrazioni riportiamo anche lo schema interno dell'LM1894. Come si vede i due filtri passabanda sono formati da altrettanti VCA ovvero da operazionali il cui guadagno dipende dalla tensione applicata sul pin di controllo. Diamo ora uno sguardo allo schema elettrico del nostro dispositivo. Oltre all'integrato U1 vengono utilizzati pochissimi componenti esterni. Lo stabilizzatore di tensione U2 (un comune 7805) consente al circuito di operare con tensioni di alimentazione comprese tra 9 e 40 volt circa. Tramite il doppio deviatore è possibile bypassare il circuito; quando il led LD1 è il-

L'integrato da noi utilizzato (nella foto) è disponibile in contenitore plastico dual-in-line a 14 piedini.

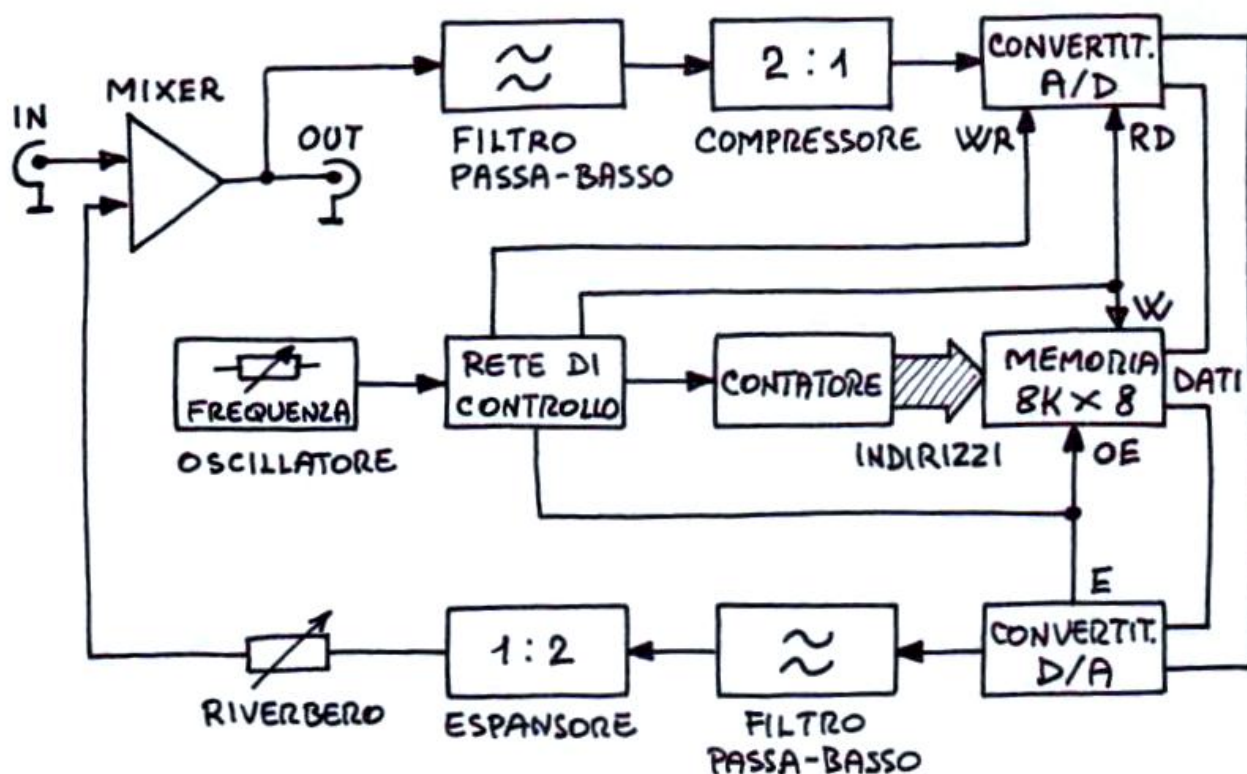
il prototipo

per i collegamenti

luminato il circuito funziona come riduttore di rumore, in caso contrario il dispositivo non ha alcun effetto sul segnale audio. Il circuito deve essere collegato tra preamplificatore e stadio di potenza; ciò significa che il DNR può funzionare con segnali di ingresso compresi tra alcune decine e alcune centinaia di millivolt. Il trimmer R3 regola l'entrata in funzione del peak detector la cui tensione d'uscita controlla i filtri passa banda. Il montaggio del dispositivo non richiede che poche decine di minuti di lavoro. Il circuito è stato montato su una basetta stampata di dimensioni particolarmente ridotte che pertanto può essere facilmente installata anche all'interno di apparecchiature molto compatte. La tensione di alimentazione andrà ovviamente prelevata dall'apparecchiatura all'interno della quale è stato alloggiato il circuito. Per il montaggio dell'integrato consigliamo, visto anche il costo del chip, di fare uso di uno zoccolo a 14 pin. Nel caso l'apparecchio venga installato in maniera definitiva all'interno di una qualsivoglia apparecchiatura elettronica potrete eliminare entrambi i deviatori; ovviamente il condensatore C10 dovrà essere collegato tra i pin 8 e 9 mentre l'ingresso del regolatore U2 andrà collegato alla linea positiva di alimentazione. La taratura del circuito, in mancanza di una adeguata strumentazione, dovrà essere effettuata «ad orecchio» ruotando il trimmer R3 sino ad ottenere il miglior compromesso tra riduzione di rumore e livello d'intervento del peak detector.

traccia rame

ECO DIGITALE OTTO BIT

ECCO FINALMENTE IL PROGETTO DI UN ECO/RIVERBERO REALIZZATO CON LA TECNICA DEL CAMPIONAMENTO DIGITALE. UN CIRCUITO DALLE PRESTAZIONI ECCEZIONALI FACILMENTE REALIZZABILE DA CHIUNQUE. RITARDO COMPRESO TRA CIRCA 80 E 400 MILLISECONDI CORRISPONDENTE A QUELLO DI BEN 30 SAD512.

Uno degli effetti sonori maggiormente utilizzati sia in sala di incisione che negli spettacoli musicali dal vivo è l'eco. Chi più chi meno, tutti i cantanti manipolano in questo modo la propria voce al fine di renderla più armoniosa e gradevole. Aggiungendo infatti un leggero eco si migliora notevolmente la timbrica, specialmente quella di chi non è molto dotato da questo punto di vista e che magari ha raggiunto il successo per altri motivi (di esempi ce ne sono a decine). C'è poi chi sfrutta l'eco ed il riverbero per ottenere effetti molto più marcati come moltissimi complessi e cantanti rock.

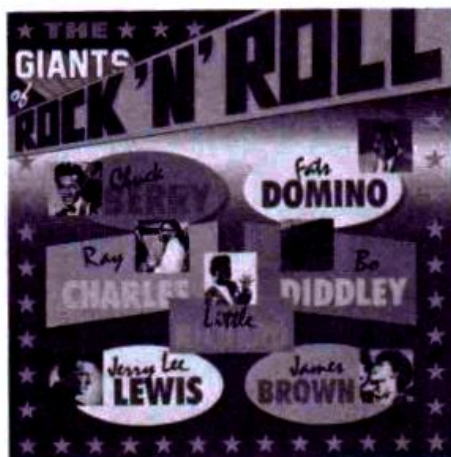
Più volte in passato sulla nostra e su altre riviste sono apparsi progetti relativi a linee di ritardo digitali che svolgevano la funzione di eco e di riverbero. Tutti questi progetti utilizzavano le ben note (per il loro costo e la difficoltà di reperimento) SAD512 o SAD1024 oppure il TDA1022

schema a blocchi

o, ancora, l'MN3011 della Mathushita.

Nonostante l'elevato costo, questi dispositivi offrono prestazioni limitate, specie se raffrontate ai risultati che è possibile ottenere facendo ricorso al campionamento digitale. D'altra parte fino a pochi anni fa l'alternativa a questi dispositivi era il classico riverbero a molla.

Oggi, utilizzando tecniche completamente digitali, è possibile realizzare facilmente un eco il cui ritardo, a parità di banda passante, è di alcune decine di volte superiore a quello dei circuiti che utilizzano gli integrati tipo SAD512 ovvero i BBD (Bucket Brigade Device).

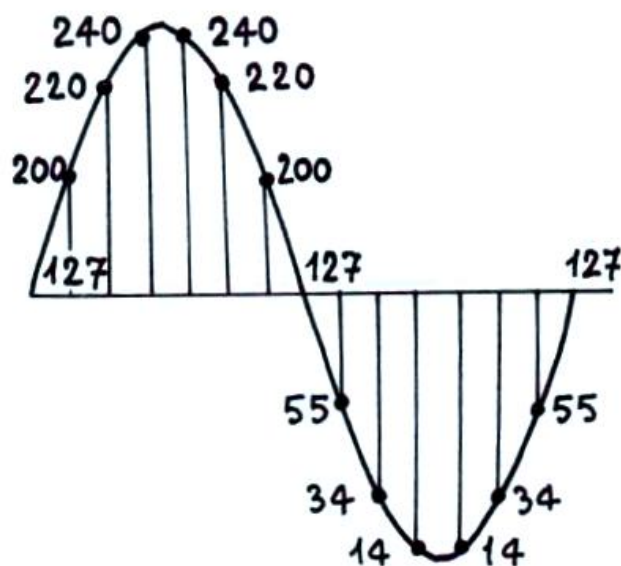
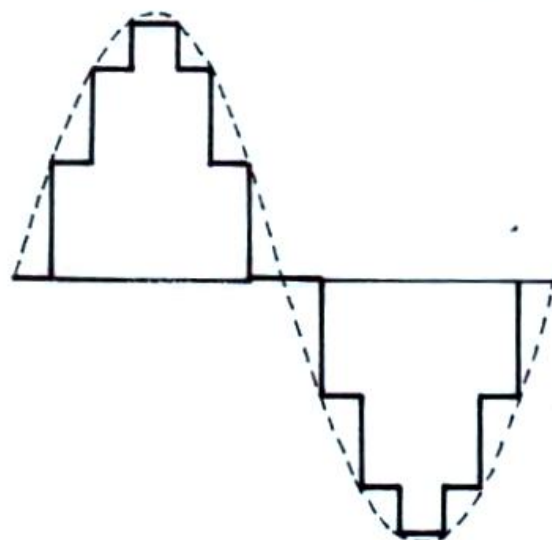
In altri termini, per realizzare un eco con le stesse prestazioni di quello descritto in queste pagine bisognerebbe fare ricorso ad almeno 30 SAD512. L'elevato ritardo consente di ottenere effetti impossibili con i precedenti dispositivi. Tanto per fare un esempio, il nostro eco consente di ripetere in continuazione una parola o una breve frase per un tempo illimitato.

La fedeltà di riproduzione è veramente notevole; la sezione di eco presenta infatti una banda passante di 8 KHz a cui corrisponde un ritardo di circa 80 mS; comprimendo la banda è possibile portare questo ritardo sino a 400 mS. Il tutto viene ottenuto con la tecnica del campionamento digitale largamente utilizzata per la registrazione di brani musicali su disco (Compact Disc) o su nastro (DAT). In pratica il segnale audio viene convertito in un dato digitale (nel nostro caso a 8 bit) e successivamente immagazzinato in una memoria allo stato solido. Il dato viene letto e riconvertito in un segnale analogico con un certo ritardo che dipende dalla velocità di campionamento e dalla capacità della memoria utilizzata. Miscelando questo segnale con quello originale si ottiene l'effetto eco.

COS'È IL CAMPIONAMENTO

La tecnica del campionamento consiste nel «misurare» l'ampiezza del segnale audio un numero elevatissimo di volte ogni secondo e nel trasformare la tensione misurata in un numero digitale a 8 o più bit. Dalla frequenza del campionamento, ovvero dal numero di «misure» che vengono effettuate ogni secondo, dipende la qualità dell'informazione digitale così ottenuta. È evidente che maggiore sarà la frequenza del campionamento, migliore risulterà il suono.

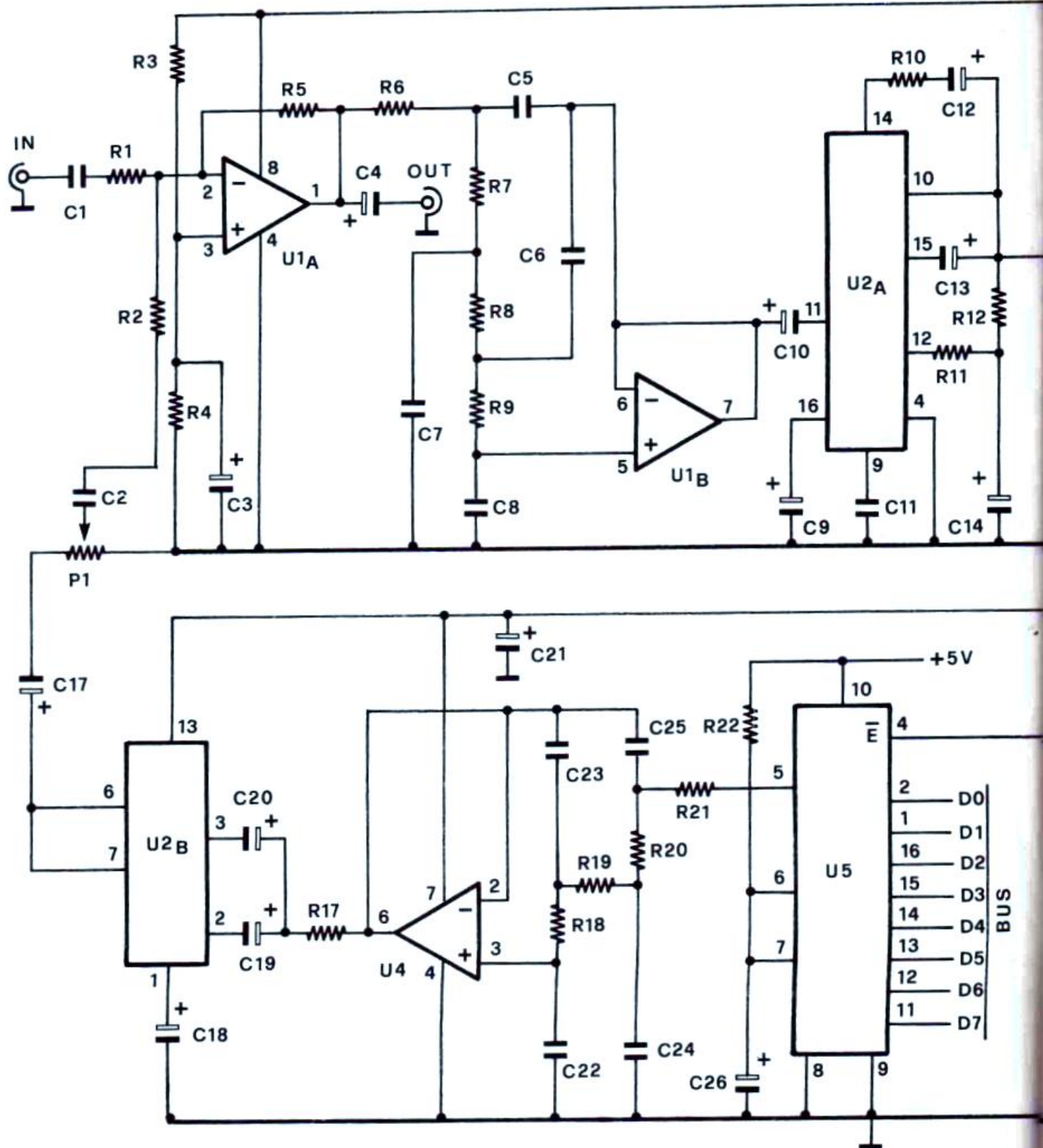
Tanto per fare un esempio, nei CD la frequenza di campionamento è di 44.100 Hz; nel nostro apparato, invece, la massima frequenza di campionamento è di oltre 100.000 Hz. Diamo ora un'occhiata allo schema a blocchi che ci consente di comprendere meglio il funzionamento dell'intera apparecchiatura. Il segnale audio presente all'uscita del mixer di ingresso viene inviato ad un filtro passa-basso a 8 KHz e ad un compressore di dinamica con rapporto di 2:1; successivamente il segnale viene convertito in un dato digitale a 8 bit dal convertitore A/D.

PER CAMPIONARE UN SEGNALE

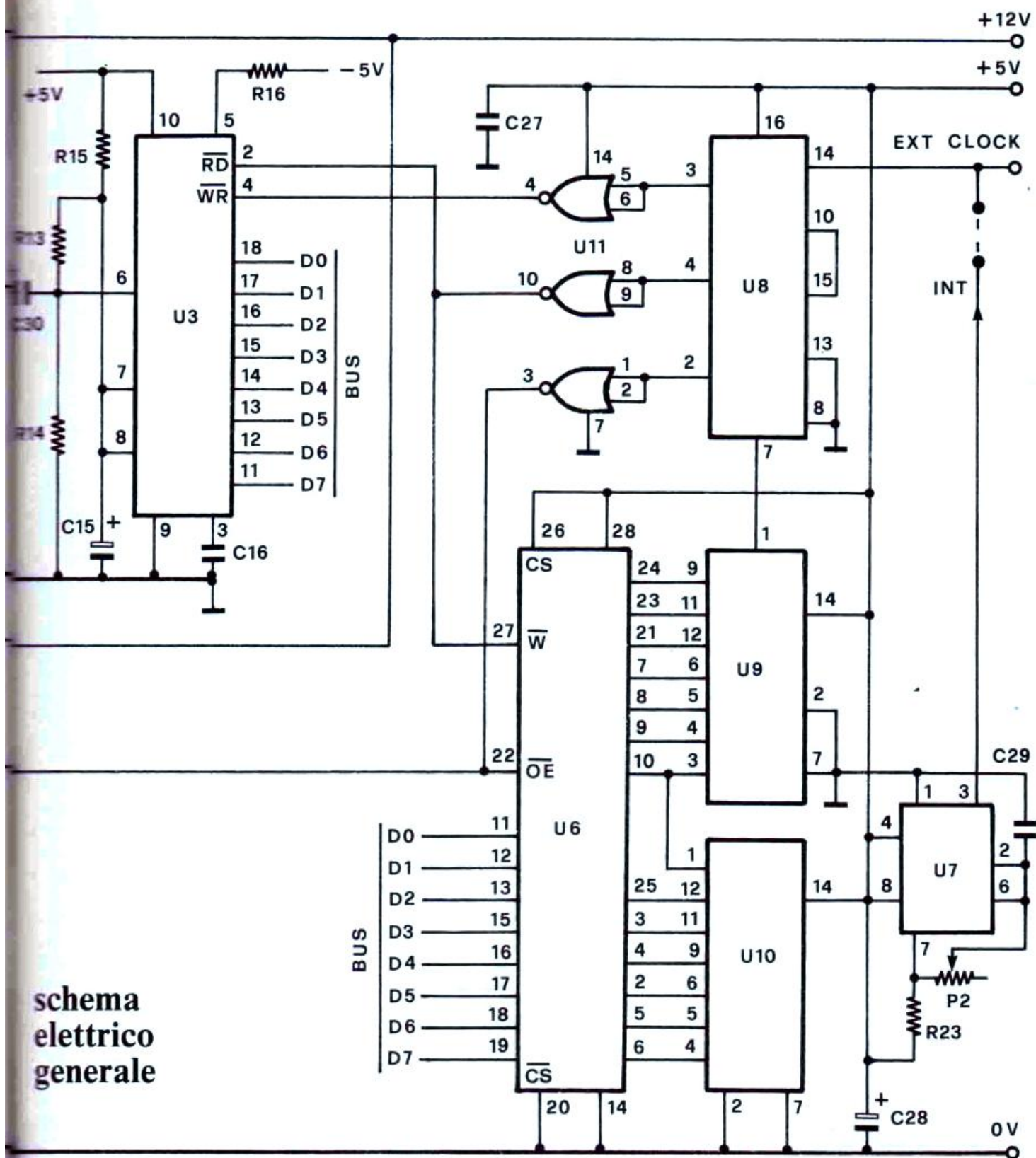
Fino a pochi anni fa, per elaborare, amplificare o registrare un qualsiasi segnale audio venivano utilizzati esclusivamente circuiti analogici ovvero circuiti che possono assumere un numero infinito di livelli di tensione. Se, ad esempio, analizziamo il funzionamento di un tipico dispositivo analogico ovvero quello di un amplificatore operazionale, constatiamo che l'uscita può assumere qualsiasi valore di tensione compreso tra 0 volt e la tensione di alimentazione. Il livello di uscita, inoltre, risulta sempre proporzionale alla tensione di ingresso. L'amplificazione e la registrazione analogica presentano tuttavia alcune limitazioni che è possibile superare facendo ricorso a tecniche digitali. Così, negli ultimi anni, per la registazione su supporti meccanici (dischi, nastri o altro) si è andata sempre più diffondendo l'impiego di questa tecnica. In altri casi, quali ad esempio la registrazione su memorie allo stato solido, il ricorso a segnali digitali è addirittura obbligatorio. Ma in cosa consiste esattamente questa tecnica? E come è possibile trasformare un segnale che può assumere infiniti livelli di tensione in una serie di «zero» e «uno»? Per comprendere come ciò avviene diamo un'occhiata al primo dei due disegni. Per trasformare un segnale audio (nel disegno una comune sinusoide) in un segnale digitale si fa ricorso alla cosiddetta tecnica del campionamento. Un particolare dispositivo chiamato convertitore analogico/digitale misura l'ampiezza della sinusoide un numero elevatissimo di volte ogni secondo e trasforma immediatamente questo valore in un numero digitale. Utilizzando un convertitore a 8 bit il valore (binario) potrà essere compreso tra 00000000 e 11111111 ovvero, in decimale, tra 0 e 255. Campionando il segnale audio un numero elevatissimo di volte otterremo una serie di valori che in seguito ci consentiranno di ricostruire il segnale analogico. È evidente che per convertire fedelmente un segnale audio è necessario che la frequenza di campionamento sia almeno 10-20 volte superiore alla massima frequenza del segnale audio. In pratica il campionatore dovrà essere in grado di effettuare almeno 10-20 «misure di tensione» anche sul segnale di massima frequenza. Per migliorare la risposta dinamica del sistema è invece necessario fare ricorso a convertitori a 10 o più bit. Tuttavia con elementi a 8 bit si ottengono già ottimi risultati. I byte così ottenuti (un byte è l'insieme degli otto bit) possono essere facilmente memorizzati su una RAM, su un floppy o su qualsiasi altro supporto digitale. Per ottenere da questi dati binari la nostra sinusoide, bisogna fare ricorso ad un convertitore digitale/analogico la cui uscita assume un livello di tensione proporzionale al dato di ingresso. È evidente che la forma d'onda presente all'uscita di questo secondo convertitore non risulterà perfettamente lineare ma bensì composta da tanti piccoli gradini. Tuttavia, con un semplice filtro d'uscita, i gradini potranno essere «raccordati» e la forma d'onda apparirà perfettamente identica a quella originale.

Il dato presente all'uscita dell'A/D viene memorizzato nella prima locazione della RAM statica da 8K x 8. Questo chip dispone di ben 8.192 celle di memoria a 8 bit ciascuna. In precedenza il dato contenuto in quella stessa locazione (registrato 8.192 «passi» prima) era stato «letto» dal convertitore D/A e trasformato in un segnale analogico.

Il circuito effettua l'operazione di scrittura e lettura 100.000 volte il secondo per cui risulta evidente che, con tale frequenza di campionamento, il segnale audio di uscita presenta un ritardo pari al rapporto tra 8.192 e 100.000, ovvero circa 80 mS. È altresì evidente che diminuendo la frequenza di campionamento il ritardo aumenta ma è necessario ridurre la frequenza massima del segnale campionato onde evitare una eccessiva distorsione. Dall'uscita del D/A, il segnale viene inviato ad un altro filtro passa banda e ad un circuito espansore con rapporto 1 a 2 prima di giungere al mixer di ingresso. La lettura e la scrittura dei dati in memoria è controllata da una rete logica la cui frequenza di clock può essere regolata tramite un potenziometro.

LA FREQUENZA DEL CAMPIONAMENTO

Modificando la frequenza di clock si incide sulla frequenza di

campionamento ovvero, come appena spiegato, sul ritardo massimo dell'eco. Analizziamo ora in dettaglio il funzionamento del circuito. Il segnale di bassa frequenza viene applicato all'ingresso invertente della prima sezione dell'operazionale U1.

Tale segnale viene miscelato con quello proveniente dalla sezione di eco il cui livello è controllato dal potenziometro P1. L'operazionale presenta un guadagno unitario per cui l'ampiezza del segnale presente in uscita è uguale a quella del segnale applicato in ingresso. Il pin 3 di U1a (ingresso non invertente) è correttamente polarizzato mediante il partitore R3/R4.

Per ottenere un corretto funzionamento del circuito il segnale di ingresso deve presentare un livello compreso tra 200 mV e 2 Vpp; qualora si intenda pilotare il dispositivo con un segnale di debole intensità (quale quello fornito da un microfono) bisogna perciò fare ricorso ad un preamplificatore.

schema
elettrico
generale

Il segnale presente sul pin 1 di U1a, oltre a giungere alla presa di uscita, viene anche inviato ad un filtro passa-banda che fa capo al buffer U1b ed alle resistenze e condensatori collegati al suo ingresso. Tale filtro presenta una frequenza di taglio di 8 Khz ed una pendenza di ben 24 dB.

Questo circuito (chiamato in gergo anti-aliasing) elimina le frequenze armoniche in modo da migliorare notevolmente la distorsione introdotta dal convertitore A/D. Anche il compressore di dinamica U2a (un NE570 o un NE571) contribuisce notevolmente a ridurre la distorsione del sistema e il rapporto segnale/disturbo ovvero, in parole semplici, il rumore di fondo. Il compressore presenta un rapporto di 2 a 1.

Grazie a questa serie di accorgimenti, la distorsione armonica complessiva della linea di eco è dell'ordine dell'uno per cento, notevolmente più bassa delle precedenti apparecchiatua a BBD. Il segnale audio viene applicato sul piedino 6 di U3 che rappresenta

Il grafico consente di meglio comprendere le varie fasi di conversione A/D, scrittura, lettura e conversione D/A che il nostro circuito effettua a partire dal segnale audio. L'integrato U7 genera un impulso di clock la cui durata è compresa tra un minimo di circa 2,5 μS ed un massimo di 20 μS. L'impulso clock viene applicato all'ingresso di un contatore 4017 (U8) qui utilizzato come contatore per quattro. Ciò significa che le prime quattro uscite di U8 (che nell'ordine corrispondono ai pin 3,2,4 e 7) vengono attivate sequenzialmente. Il primo impulso (invertito tramite la porta U11a) viene applicato al WR di U3 (pin 4); il convertitore ZN448 effettua perciò la conversione e memorizza nel proprio buffer il dato. Successivamente viene attivato il pin 2 di U8 (l'impulso viene invertito dalla porta U11c); questo secondo impulso attiva l'uscita della memoria (OE basso) e il dato presente nella locazione selezionata in quel momento viene convertito dal convertitore D/A U5 il cui pin di controllo (enable, pin 4) va anch'sso contemporaneamente basso. Successivamente diventa attiva la terza uscita di U8 (pin 4) il cui impulso (invertito da U11b) viene applicato all'RD del convertitore A/D ed al WE della memoria. Ne consegue che il dato presente nel buffer di U3 viene trasferito nella locazione di memoria attiva in quel momento (WE basso). In pratica questo nuovo dato prende il posto di quello appena letto nella stessa locazione. Il quarto e ultimo impulso (presente sul pin 7 del contatore U8) fa avanzare di un passo il generatore di indirizzi che fa capo agli integrati U9 e U10; diventa attiva perciò la locazione di memoria successiva e il ciclo riprende dall'inizio. È evidente che essendo la durata del ciclo di lettura/scrittura di circa 10/12 μS ed avendo a disposizione 8192 locazioni di memoria, il dispositivo introduce un ritardo di circa 80/100 millisecondi. È possibile aumentare questo ritardo a 400/500 mS effettuando una conversione ogni 40/50 microsecondi; in questo caso, tuttavia, la massima banda passante non supera i 2/3 KHz. Un ritardo di 80 millisecondi con una banda passante di 8 Khz è da ritenersi più che buono; tanto per fare un esempio, a parità di banda passante sarebbero necessarie più di trenta SAD512 per ottenere lo stesso ritardo!

l'ingresso del convertitore analogico/digitale ZN448. Il funzionamento di questo dispositivo è (in teoria) abbastanza semplice.

Il nostro, come quasi tutti gli A/D, funziona con la tecnica delle cosiddette «approssimazioni successive». La tensione di ingresso viene comparata con quella fornita da un convertitore D/A interno pilotato da un registro ad approssimazioni successive chiamato SAR (Successive Approximation Register) il quale viene incrementato o decrementato sino a quando le due tensioni (quella di ingresso e quella del convertitore D/A) non risultano identiche.

A questo punto il dato binario presente nel SAR viene trasferito nel buffer di uscita del dispositivo. Il controllo del convertitore è ancora più semplice.

Quando sul pin 4 (WR) è presente un impulso negativo, il convertitore effettua la conversione e memorizza il byte ottenuto nel proprio buffer. Per trasferire questo dato sul bus di uscita è sufficiente mandare basso, il pin di controllo 2 (RD). Il tempo di conversione tipico dello ZN448 è di 9 μS; questo è il tempo complessivo impiegato dal chip per convertire il segnale analogico in un dato digitale.

È evidente perciò che la frequenza di campionamento dello ZN448 non dovrà superare i 110.000 Hz. Per funzionare correttamente l'integrato necessita di una tensione di alimentazione di ±5 volt.

Gli otto terminali di uscita dell'A/D sono connessi ai corrispondenti pin di input/output della memoria U6 ed a quelli del convertitore D/A U5. I dati forniti dall'A/D vengono memorizzati in U6 e (8.192 «passi» dopo) vengono inviati al convertitore D/A per la conversione in segnali analogici.

Questi tre dispositivi vengono controllati da una rete logica che fa capo agli integrati U7,U8,U9, U10 e U11 il cui compito è quello di fornire, nella sequenza desiderata, gli impulsi che controllano i convertitori e la memoria. Prima di occuparci di tale rete, analizziamo perciò il funzionamento di questi altri due integrati in modo da comprendere meglio la rete logica.

La memoria utilizzata è una RAM statica da 64 K organizzata su otto bit. Questo chip dispone perciò di 8.192 celle di memoria da 8 bit ciascuna. Per attivare queste locazioni sono presenti 13 linee di controllo (indirizzi A0-A12); una completa «scansione» degli indirizzi consente di attivare sequenzialmente tutte le locazioni. A ciò provvedono gli integrati

U9 e U10, due contatori binari connessi in cascata. Dopo aver attivato in questo modo la locazione di memoria desiderata, bisogna memorizzare o prelevare il dato in essa contenuto.

I DATI IN MEMORIA

Per memorizzare un qualsiasi dato presente sul bus è sufficiente mandare basso il pin 27 (W) mentre per prelevare un dato e «presentarlo» sul bus bisogna mandare basso il pin 22 (OE).

Se nessuna di queste due linee di controllo è attiva, gli otto terminali di ingresso/uscita risultano elettricamente isolati dal bus, come se non fossero fisicamente collegati.

Per il funzionamento del convertitore D/A è necessario invece un solo impulso di controllo che va inviato al pin 4 (E).

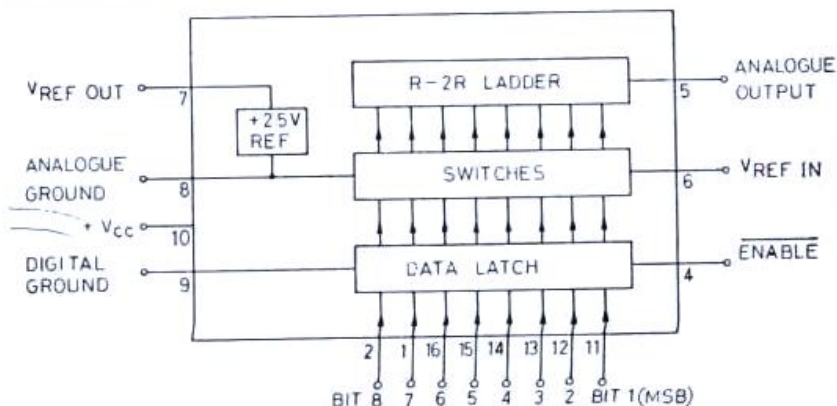
Quando questa linea di controllo presenta un livello logico basso, l'integrato converte il dato presente sul bus nella corrispondente tensione continua.

A questo punto dovrebbe essere evidente il funzionamento dell'intero circuito: un primo impulso deve attivare l'A/D per convertire il segnale audio in un dato digitale e memorizzarlo nel buffer, un secondo impulso deve attivare contemporaneamente l'uscita della memoria e il D/A in

per l'alimentazione

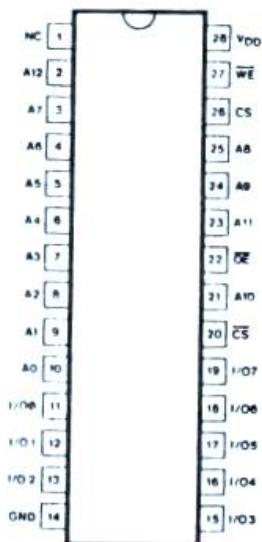
GLI INTEGRATI UTILIZZATI

In questo riquadro riportiamo gli schemi logici di funzionamenti dei tre integrati più significativi del nostro progetto. Si tratta del convertitore A/D ZN448, della memoria statica 6264 da 8Kx8 e del convertitore D/A ZN428. Entrambi i convertitori sono prodotti dalla casa inglese Ferranti. Soffermiamo innanzitutto la nostra attenzione sul convertitore A/D. La tensione di riferimento viene generata internamente e sovrapposta, mediante un partitore esterno, all'ingresso audio che fa capo al pin 6. Il pin 5 deve essere invece collegato mediante una resistenza esterna ad una tensione negativa. I due controlli più importanti sono rappresentati dal WR (pin 4) e dal RD (pin 2); entrambe queste funzioni sono attive quando il livello logico è basso. Inizialmente WR e RD sono a livello «1» e quindi non attivi. Se mandiamo basso anche per un breve istante WR, il *convertitore misura la tensione del* segnale audio di ingresso, la converte in un dato binario a 8 bit e la memorizza nel buffer d'uscita. Durante tutta la durata di questo brevissimo ciclo di conversione (che per la cronaca è di 9 μS) il pin 1 (BUSY) va basso; questo terminale può essere utilizzato per inibire, durante questo intervallo, il funzionamento di altri circuiti. Il significato di questo controllo è identico a quello del «busy» delle stampanti; in pratica il convertitore, tramite questa linea di controllo, «avverte», le altre sezioni del circuito che è «occupato». Nel nostro dispositivo questa uscita non viene utilizzata. Il convertitore dunque, al termine della fase di conversione, dispone in memoria del dato corrispondente alla ampiezza del segnale audio; tale dato non è disponibile in uscita sino a quando *non viene mandata bassa, anche per* un breve istante, la linea di controllo *RD. Solamente con RD attivo il dato* risulta presente sugli otto terminali D0-D7; se RD è alto il buffer si porta in condizione 3-state ovvero l'integrato risulta «trasparente», come se gli otto terminali non fossero fisicamente collegati al bus. Analizziamo ora il funzionamento della memoria statica 6264. Questo dispositivo dispone di 8192 celle di memoria a 8 bit ciascuna. Per accedere ad una locazione di memoria (non importa se per scrivere o per leggere) la stessa deve essere *selezionata tramite i 13 terminali* degli indirizzi (A0-A12). Se tutti gli indirizzi presentano un livello logico basso viene selezionata la prima locazione, se invece il livello è alto viene selezionata l'ultima locazione; ovviamente tutte le altre possibili combinazioni (che sono appunto 8192 ovvero 2 elevato alla tredicesima) corrispondono a tutte le altre locazioni o celle di memoria disponibili all'interno del chip. Le due linee di controllo del Chip Select consentono di inibire il funzionamento della memoria; nel nostro caso essendo il pin 20 (CS negato) collegato a massa ed il pin 26 (CS) al positivo, la memoria risulta sempre abilitata. Come fare, dunque, per memorizzare un dato presente sul bus ovvero sugli otto pin D0-D7? Semplice. Basta mandare basso per un brevissimo istante il pin 27 ovvero *il WE della memoria*. Così facendo il dato presente *in quel momento sul bus* viene memorizzato nella locazione attiva in quel momento. Per leggere un dato in memoria (con leggere si intende presentare sugli otto terminali di ingresso/uscita il dato memorizzato) è sufficiente, dopo aver «puntato» la locazione desiderata tramite i 13 indirizzi, mandare basso il terminale OE corrispondente al pin 22. Per tutto il tempo durante il quale OE resta a zero, i dati memorizzati

ZN448, CONVERTITORE A/D

ZN428, CONVERTITORE D/A

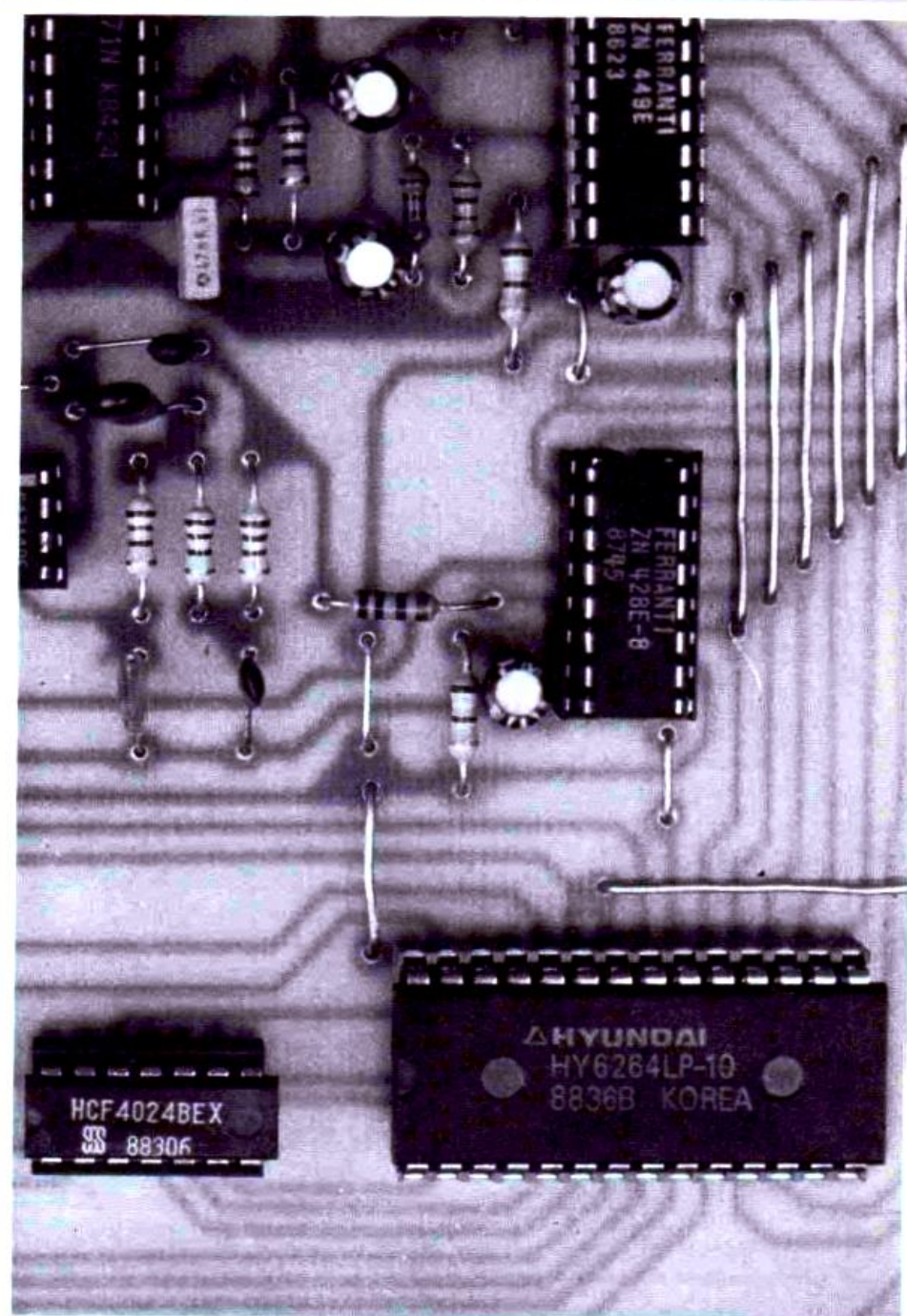
modo che quest'ultimo converta in una tensione il dato contenuto nella locazione di memoria attiva in quel momento, un terzo impulso deve successivamente attivare nello stesso istante il buffer dell'A/D e il «write» della 6264 in modo che il nuovo dato venga registrato nella stessa locazione di memoria.

Infine è necessario un quarto impulso per fare avanzare di un «passo» il generatore di indirizzi in modo che venga attivata la successiva locazione di memoria. Facendo ricorso ad una sequenza di questo genere il convertitore D/A convertirà i dati memorizzati con un ritardo di 8.192 «passi» corrispondente, a seconda della frequenza di campionamento

in quella particolare cella di memoria sono disponibili sugli otto terminali di input/output. Non resta ora che analizzare il funzionamento del terzo chip: il convertitore digitale/analogico ZN428E. Come nel caso dell'A/D, anche questo chip dispone di una tensione di riferimento interna che consente una corretta conversione. Il dato presente sugli otto terminali di ingresso viene memorizzato in un latch controllato dal pin 4 (enable). Il dispositivo converte in continuazione il dato presente all'uscita del latch in una tensione. Mandando basso l'enable viene effettuata una nuova lettura del dato presente sul bus e

RAM64K

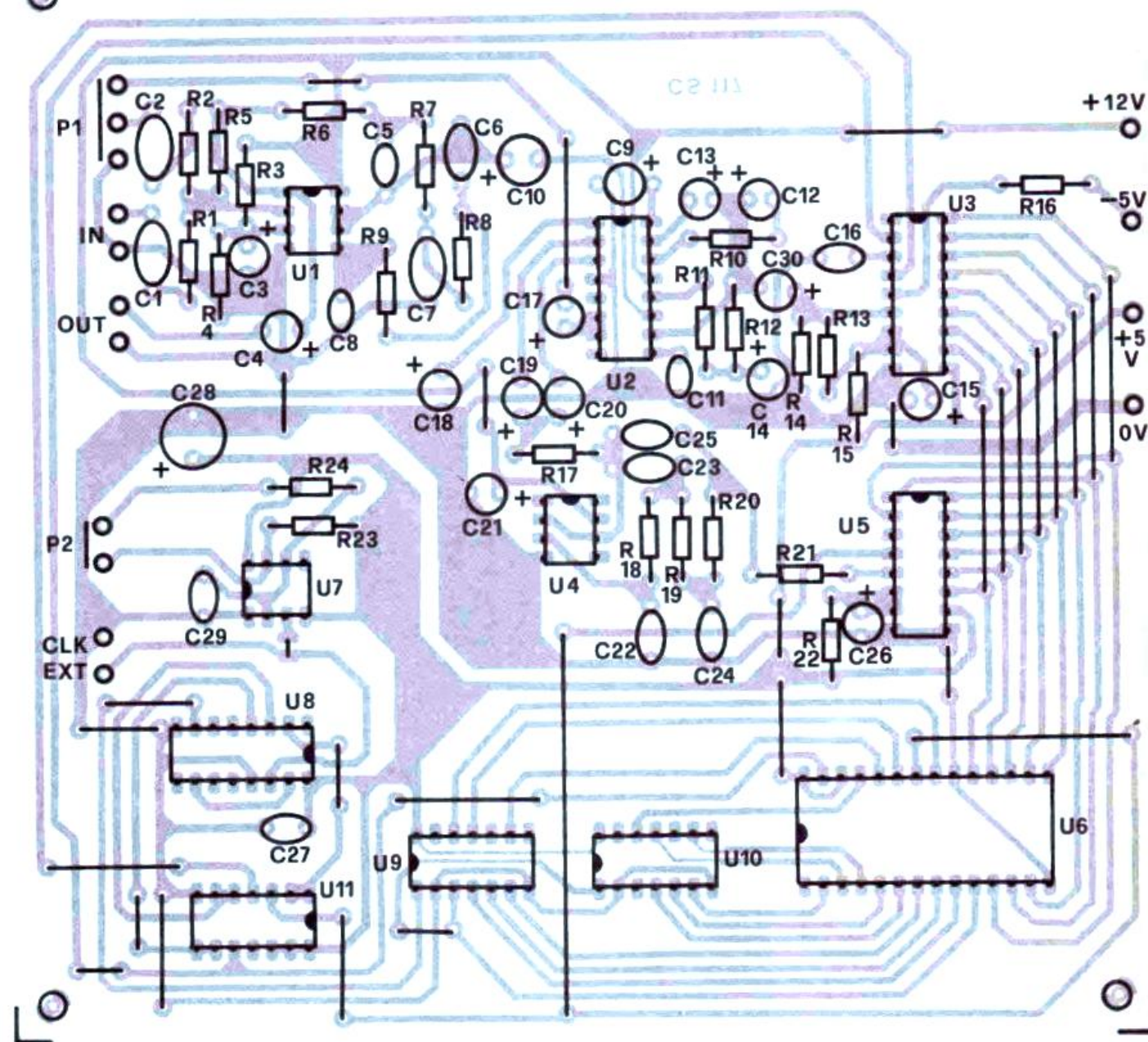
immediatamente il dispositivo lo converte in una tensione. Otteniamo così, dal dato digitale, il segnale audio precedentemente convertito. È evidente che la massima frequenza che il nostro dispositivo è in grado di «convertire» dipende dal tempo di conversione dello ZN448. Come detto in precedenza tale periodo è di 9 μS a cui corrispondono circa 110.000 campionamenti al secondo. Tenendo presente che per convertire fedelmente un segnale audio sono necessari almeno 10-20 campionamenti per ciclo, è evidente che l'integrato utilizzato (e quindi anche il nostro circuito) potrà operare con una frequenza massima di 8 KHz.

utilizzata, ad un minimo di 80 e un massimo di 400 millisecondi.

L'impulso di clock che scandisce la sequenza viene generato da U7, un comunissimo 555. Gli impulsi presenti in uscita vengono applicati ad un 4017 qui utilizzato come contatore per quattro. Nell'ordine vengono attivate le uscite corrispondenti ai pin 3, 2, 4 e 7. Il livello logico delle prme tre viene invertito dalle porte contenute in U11 in quanto, come abbiamo visto, tutti gli impulsi di controllo da inviare ai convertitori ed alle memorie debbono essere negativi.

Essendo la massima frequenza di campionamento di circa 100.000 Hz, è evidente che la massima frequenza di oscillazio-

la basetta

SOLTON BY KETRON

Un'apparecchiatura modernissima (Solton della Ketron) nel campo della Midi-Music.
La musica che ascoltiamo oggi è diventata un'arte quasi esclusivamente elettronica.

ne del 555 non dovrà superare i 400 KHz. Se ciò accadesse aumentate leggermente il valore del condensatore C29. Mediante il potenziometro P2 è possibile variare la frequenza di clock da circa 80 a 400 KHz ed ottenere così un ritardo più o meno accentuato. Il segnale audio presente al-

COMPONENTI

ECO

R1,R2,R5 = 100 Kohm (3)
R3,R4 = 33 Kohm (2)
R6,R7,R8,R9,R10,R18
R19,R20,R24 = 15 Kohm (9)
R11,R12 = 22 Kohm (2)
R13,R14 = 10 Kohm (2)
R15,R22 = 390 Ohm (2)
R16 = 82 Kohm
R17 = 560 Ohm
R21 = 12 Kohm
R23 = 2,2 Kohm
P1 = 47 Kohm pot. lin.
P2 = 100 Kohm pot. lin.
C1,C2 = 220 nF (2)
C3,C4,C19 = 10 μF 16VL (3)
C5,C25 = 1 nF (2)
C6,C23 = 4,7 nF (2)
C7,C24 = 1,5 nF (2)
C8,C22 = 220 pF (2)
C9,C12,C17,C18 = 2,2 μF 16VL (4)
C10,C13,C14,
C20,C30 = 4,7 μF 16VL (5)
C11 = 47 nF
C15,C26 = 1 μF 16VL (2)
C16,C29 = 100 pF (2)
C21,C28 = 100 μF 16VL (2)
C27 = 100 nF
U1 = LM1458
U2 = NE570 o NE571
U3 = ZN448 o ZN449
U4 = CA3140
U5 = ZN428E
U6 = 6264 (memoria statica 8Kx8)
U7 = 555
U8 = 4017
U9,U10 = 4024
U11 = 4001

l'alimentazione

ALIMENTATORE

R1 = 680 Ohm
C1 = 1.000 μF 25 VL
C2 = 220 μF 16 VL
C3,C4,C6,C7,C9,C10 = 100 nF
C5,C8,C11 = 100 μF 16 VL
Ld1 = Led rosso
D1,D2,D3 = 1N4002
U1 = 7905
U2 = 7812
U3 = 7805
Fus = 200 mA
TF1 = 220/12+12 4VA

Varie: 1 CS cod. 117, 1CS cod. 113, 1 portafusibili da stampato, 1 cordone di alimentazione, 1 interruttore, 3 zoccoli 4+4, 3 zoccoli 7+7, 3 zoccoli 8+8, 1 zoccolo 9+9, 1 zoccolo 14+14.

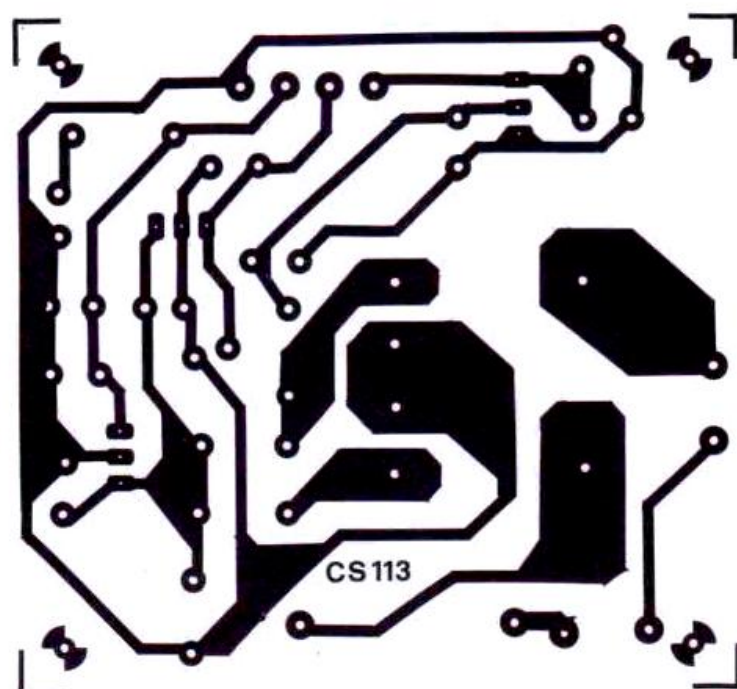
PER IL KIT
VEDI A PAG. 127

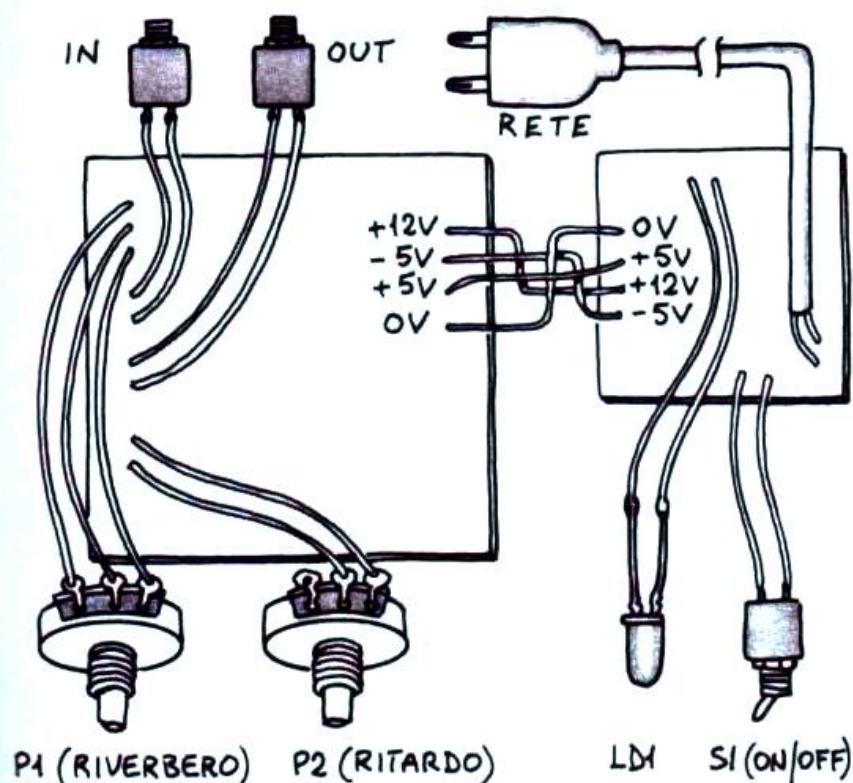
l'uscita del convertitore D/A viene inviato ad un filtro passa-banda identico a quello utilizzato in fase di registrazione.

Questo filtro ha il compito di «ricostruire» il segnale eliminando i gradini tipici dei segnali generati dai convertitori D/A. Per ottenere un segnale del tutto

Per il montaggio si sono utilizzate due basette stampate, una per l'eco vero e proprio l'altra per l'alimentatore. Per i collegamenti vedi più avanti lo schema di connessione.

CS 117

Il trasformatore deve essere saldato direttamente sulla basetta. Prima di collegare le due piastre verificare le tensioni.

Sulla piastra base (in alto) sono previsti diversi ponticelli da realizzare con filo rigido. Questi vanno saldati prima di ogni altro componente.

i collegamenti

uguale a quello campionato occorre anche effettuare un'operazione di espansione della dinamica per compensare la precedente compressione. A ciò provvede la seconda sezione di U2 il cui rapporto di espansione è di 1 a 2, esattamente opposto rispetto a quello introdotto dal compressore.

Il segnale audio proveniente dalla sezione di eco viene quindi miscelato a quello d'ingresso. Mediante il potenziometro P1 è possibile dosare l'ampiezza del segnale proveniente dalla linea di ritardo in modo da ottenere una maggiore o minore eco.

Per alimentare il circuito abbiamo fatto ricorso ad un apposito alimentatore dalla rete luce in grado di fornire le tensioni necessarie ovvero +5 volt, —5 volt e +12 volt. Il circuito utilizza tre stabilizzatori a tre pin e pochi altri componenti.

Il trasformatore deve essere in grado di erogare una tensione di 12+12 volt e deve dissipare una potenza di 3-4 watt.

Per il montaggio abbiamo fatto ricorso a due basette stampate, una per l'eco vero e proprio e l'altra per l'alimentatore; le due piastre potranno essere facilmente realizzate con il metodo della fotoincisione o facendo ricorso ai nastrini autoadesivi.

Sulla piastra base sono previsti numerosi ponticelli che andranno realizzati con degli spezzoni di filo rigido; montate e saldate questi ponticelli prima di qualsiasi altro componente. Sempre a tale proposito, bisogna unire con una goccia di stagno il piedino 3 del 555 con la pista che giunge all'ingresso del contatore U8 (pin 14). Tale operazione non dovrà essere effettuata nel caso si intenda utilizzare una sorgente esterna per il clock.

Dopo tale fase conviene montare gli zoccoli per gli integrati, i componenti passivi e via via tutti gli altri elementi del circuito. Prestate la massima attenzione alla polarità dei condensatori elettrolitici ed al corretto orientamento degli integrati.

CON IL CAVETTO SCHERMATO

I due potenziometri andranno collegati alla piastra mediante altrettanti spezzoni di cavetto schermato da utilizzare anche per i collegamenti ai jack di ingresso e uscita. Anche il montaggio della piastra di alimentazione non presenta alcun problema. In questo caso il trasformatore risulta saldato direttamente alla basetta.

A montaggio ultimato, prima di collegare l'alimentatore alla piastra dell'eco, verificate con un tester che il circuito fornisca le tensioni previste ovvero +5 volt, —5 volt e +12 volt. Solamente dopo tale verifica potrete collegare tra loro le due piastre, così come indicato nel piano generale di cablaggio.

A questo punto potrete verificare il funzionamento dell'intera apparecchiatura. Se disponete di un oscilloscopio potrete visualizzare le forme d'onda presenti nei vari punti del circuito, misurare la frequenza di clock e la durata degli impulsi di controllo. In mancanza di un siffatto strumento dovrete collegare all'ingresso un segnale BF di ampiezza compresa tra 200mV e 2 Vpp ed amplificare, diffondendolo con un altoparlante, il segnale audio presente in uscita.

Se tutto funziona correttamente noterete la presenza di un eco più o meno accentuato a seconda di come verranno regolati i due potenziometri.

Fate molta attenzione al controllo di livello rappresentato dal potenziometro P1; se infatti il livello del segnale di eco supera in ampiezza il segnale di ingresso, il dispositivo incrementerà ad ogni «passaggio» l'ampiezza del segnale sino alla completa saturazione. Tramite P2 si regola invece il ritardo del dispositivo. Il massimo ritardo equivale ad un eco prodotto da un ostacolo alla distanza di 60 metri dalla sorgente sonora. Come noto infatti i suoni si propagano alla velocità di 300 metri al secondo e un ritardo di 400 mS equivale appunto a 1200 metri (2x60).

Concluse con esito positivo le prove sul circuito, non resta che inscatolare il tutto. Per il montaggio del nostro prototipo abbiamo fatto ricorso ad un contenitore metallico sul frontale del quale abbiamo fissato i due potenziometri, l'interruttore di accensione e il led spia; sul retro abbiamo montato i due jack ed abbiamo previsto il foro passante per il cordone di alimentazione.

A TUTTO SCRAMBLER

DUE INTERESSANTI PROGETTI PER USO RADIO IN GRADO DI RENDERE INCOMPRENSIBILI LE VOSTRE COMUNICAZIONI A QUANTI SI FOSSERO SINTONIZZATI SULLO STESSO CANALE. IL PRIMO DISPOSITIVO PRESENTA DIMENSIONI PARTICOLARMENTE RIDOTTE MENTRE IL SECONDO UTILIZZA UNA CODIFICA A 32 COMBINAZIONI.

Negli ultimi tempi c'è stato un vero e proprio «boom» delle vendite di scanner portatili. Grazie alla sofisticata tecnologia utilizzata, questi apparecchi presentano prestazioni davvero sbalorditive. Grandi poco più di un pacchetto di sigarette, la maggior parte di essi copre una gamma di frequenza compresa tra 30 MHz e 1.000 MHz. Su queste frequenze è possibile ascoltare un po' di tutto, dagli organi preposti alla pubblica sicurezza (Polizia, Carabinieri, Vigili, ecc.) ai ponti radio privati, dai servizi di assistenza alla navigazione marittima ed aerea ai radioamatori operanti sui 144 e sui 430 MHz, dai servizi radiomobile SIP ai sistemi di teleallarme. Oggi più che mai, dunque, chi utilizza la radio come mezzo di comunicazione (non importa se per lavoro o per svago) deve rendersi conto che, quale che sia la frequenza utilizzata, è molto probabile che altre persone stiano ascoltando la comunicazione. Purtroppo la maggior parte degli enti e delle persone che utilizzano l'etere per comunicare si comportano come se questa possibilità fosse alquanto remota. Più di una volta, tanto per fare un esempio, ci è capitato di ascoltare sulle frequenze assegnate al servizio radiomobile SIP (450/460 MHz) comunicazioni a dir poco «scottanti». Addirittura anche Polizia e

POCKET SCANNER BY MARCUCCI

SUPER
NOVITÀ

e di costo contenuto a quelli più complessi il cui costo in alcuni casi supera i dieci milioni. In passato, su queste stesse pagine, ci siamo occupati dell'argomento presentando dei dispositivi per uso radio e telefonico; questo mese, in considerazione anche delle numerose richieste che ci sono pervenute in tal senso, ritorniamo sull'argomento proponendo altri due progetti.

N/C	1	14	XTAL₂
Scramble	2	13	N/C
Vss	3	12	XTAL₁
Ref	4	11	In-A
In-B	5	10	Out-A
Out-B	6	9	Vdd
Vdd$_A$	7	8	Vss$_A$

Il primo è uno scrambler ad inversione di banda di dimensioni ridottissime e perciò facilmente installabile all'interno dei più compatti portatili; il secondo è un dispositivo più complesso in quanto munito di codifica.

Per rendere intelleggibile il segnale elaborato da quest'ultimo dispositivo è perciò necessario non solo conoscere il sistema di codifica utilizzato ma anche il codice numerico impostato. È evidente che in questo modo si ottiene un più elevato grado di sicurezza.

Attualmente stiamo lavorando a due versioni ancora più sofisticate che garantiranno una sicurezza pressoché assoluta. Dispositivi del genere non sono ancora

Carabinieri non sembrano preoccuparsi molto di essere intercettati e la maggior parte delle volte trasmettono senza alcuna precauzione.

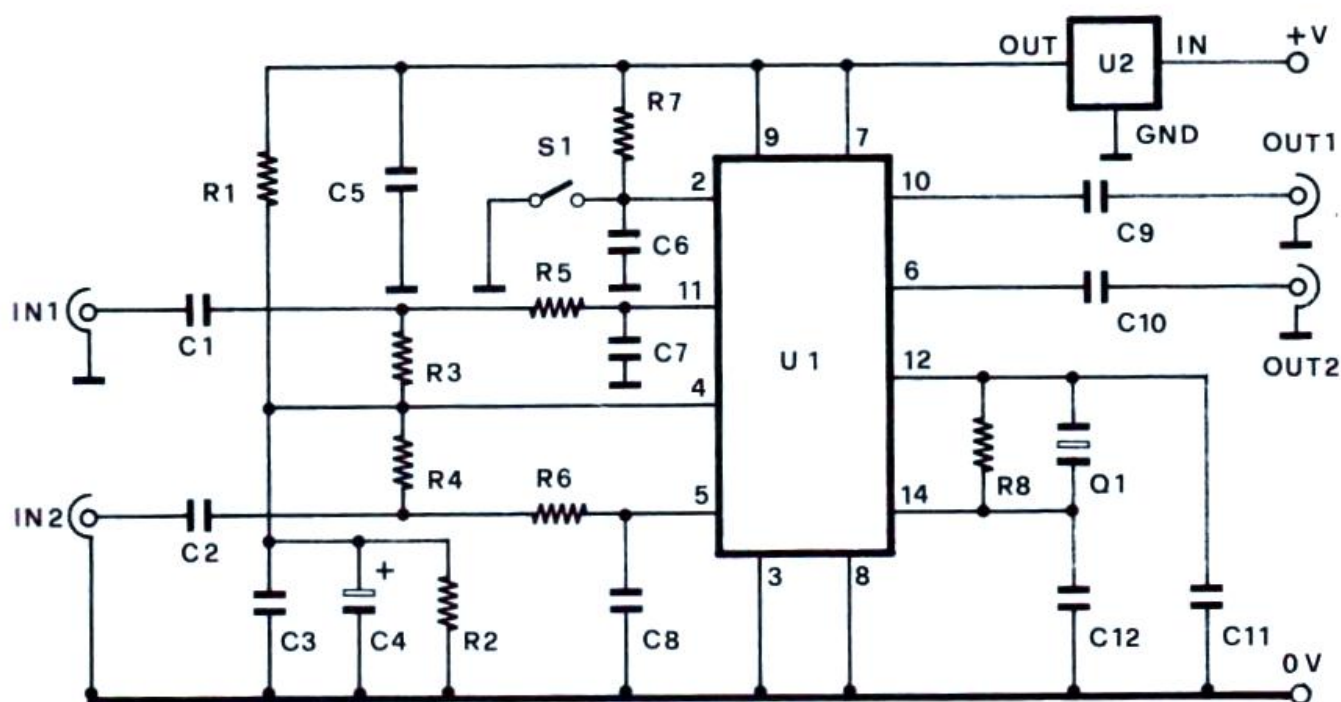
Per non parlare poi dei ponti radio privati utilizzati in alcuni casi per trattare argomenti piuttosto delicati. Gli scanner sono quindi degli strumenti a doppio taglio: se utilizzati da persone con pochi scrupoli si possono rivelare più pericolosi di un'arma.

L'unico sistema per difendere la privacy delle proprie comunicazioni radio consiste nell'impiego dei cosiddetti scrambler, dispositivi che elaborano il segnale audio irradiato in modo da renderlo assolutamente incomprensibile a quanti, non autorizzati, si fossero sintonizzati sulla nostra stessa frequenza.

TIPI DI SCRAMBLER

Esistono differenti tipi di scrambler, da quelli più semplici

I due prototipi costruiti per le prove. Si notino, a destra la basetta in misura reale, le dimensioni estremamente contenute.

schema elettrico: inversione di banda

(almeno a livello hobbystico) disponibili sul mercato.

Infatti i vari scrambler digitali con decine di migliaia di combinazioni illustrati sui cataloghi delle ditte specializzate non garantiscono un grado di sicurezza sufficente o perlomeno proporzionato al costo (circa due milioni la coppia). È vero che in questi apparati le possibili combinazioni sono decine di migliaia ma è altrettanto vero che per decodificare il segnale è sufficiente impostare un codice vicino a quello corretto.

In questo modo quanti dispongono di uno scrambler uguale possono, in poche decine di secondi, trovare un codice che consenta un ascolto accettabile.

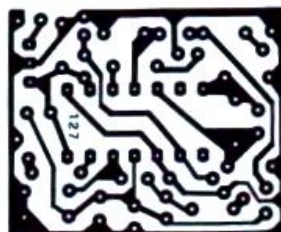
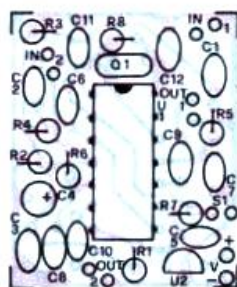
Su questo argomento torneremo più avanti quando ci occuperemo dello scrambler codificato. Iniziamo dunque ad analizzare il funzionamento del primo circuito.

Questo dispositivo è molto simile a quello presentato più di un anno fa. Anche questo scrambler infatti utilizza l'integrato COM 9046 appositamente realizzato per questo scopo. In questo caso tuttavia abbiamo eliminato alcuni componenti superflui e, soprattutto, abbiamo miniaturizzato il dispositivo in modo che lo stesso possa effettivamente essere inserito all'interno degli apparati portatili.

L'ingombro dello scrambler è di circa 26 x 30 x 10 millimetri.

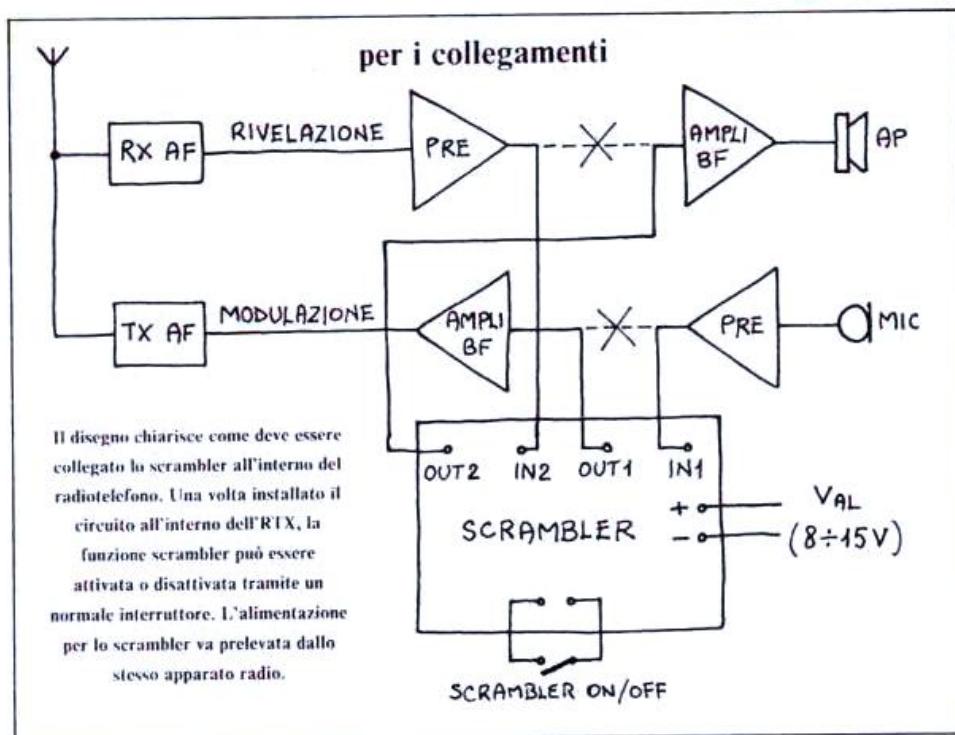
Il circuito utilizza il principio dell'inversione di banda control-

COMPONENTI

R1 = 2,2 Kohm
R2 = 2,2 Kohm
R3 = 100 Kohm
R4 = 100 Kohm
R5 = 3,9 Kohm
R6 = 3,9 Kohm
R7 = 10 Kohm
R8 = 10 Mohm
C1 = 100 nF
C2 = 100 nF
C3 = 100 nF
C4 = 10 µF 16 VL
C5 = 100 nF
C6 = 100 nF
C7 = 2.200 pF
C8 = 2.200 pF
C9 = 100 nF
C10 = 100 nF
C11 = 15 pF
C12 = 15 pF
U1 = COM9046
U2 = 78L05
Q1 = Quarzo 3,57954 MHz
S1 = deviatore
Val = 8/15 volt

la basetta

PER IL KIT VEDI A PAG. 127

per i collegamenti

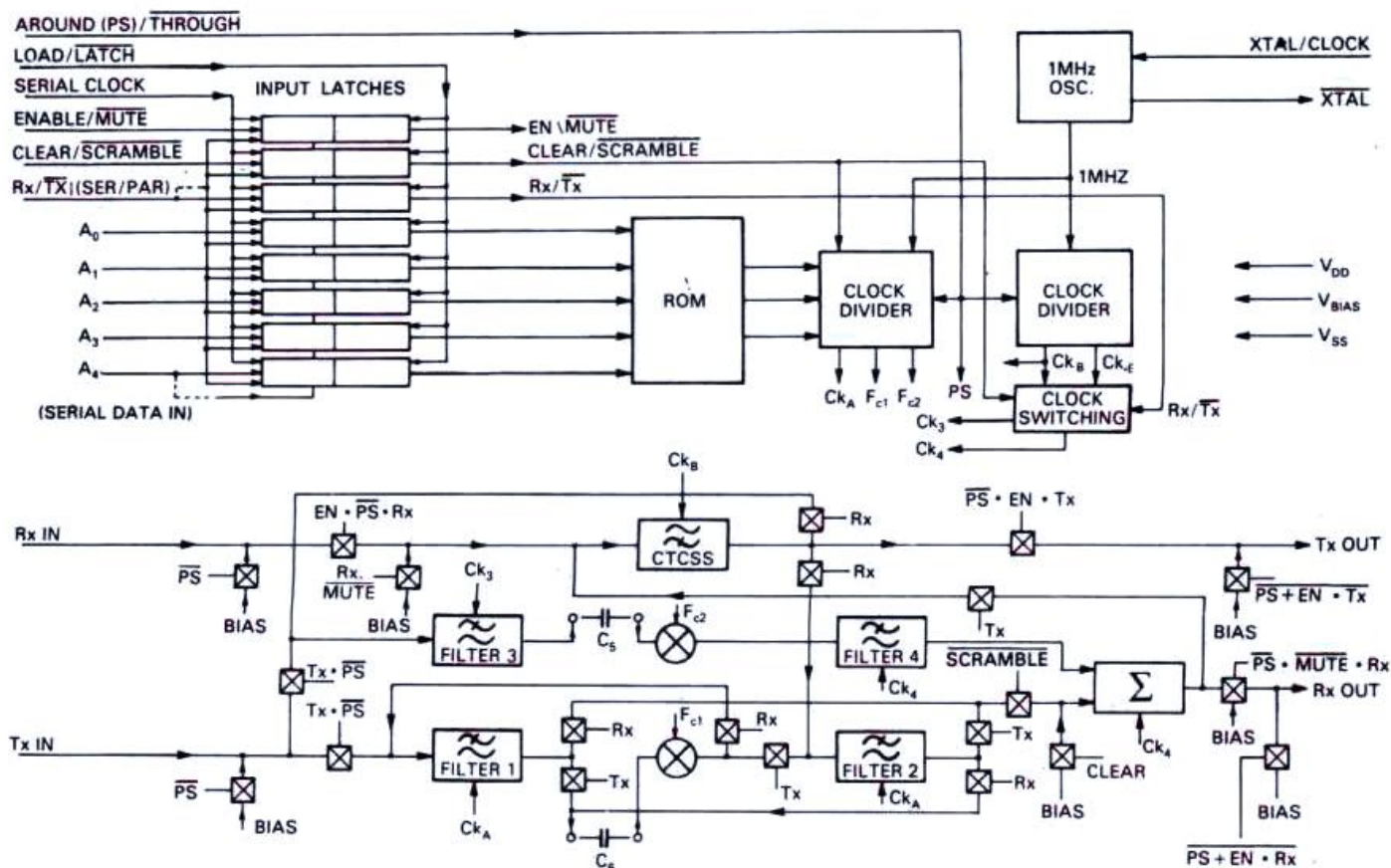
Il disegno chiarisce come deve essere collegato lo scrambler all'interno del radiotelefono. Una volta installato il circuito all'interno dell'RTX, la funzione scrambler può essere attivata o disattivata tramite un normale interruttore. L'alimentazione per lo scrambler va prelevata dallo stesso apparato radio.

lata digitalmente che consente di ottenere ottime prestazioni con soluzioni circuitali relativamente semplici, specie se, come nel nostro caso, si fa uso di un integrato realizzato «ad hoc».

Il circuito comprende due sezioni del tutto uguali tra loro che possono essere utilizzate indifferentemente per codificare un segnale audio o per decodificare un segnale scramblerizzato. La presenza di due sezioni separate consente di utilizzare il circuito in apparati full-duplex quali i nuovi RTX bibanda VHF/UHF. Grazie all'impiego dell'integrato COM 9046 è possibile ottenere una notevole stabilità di funzionamento.

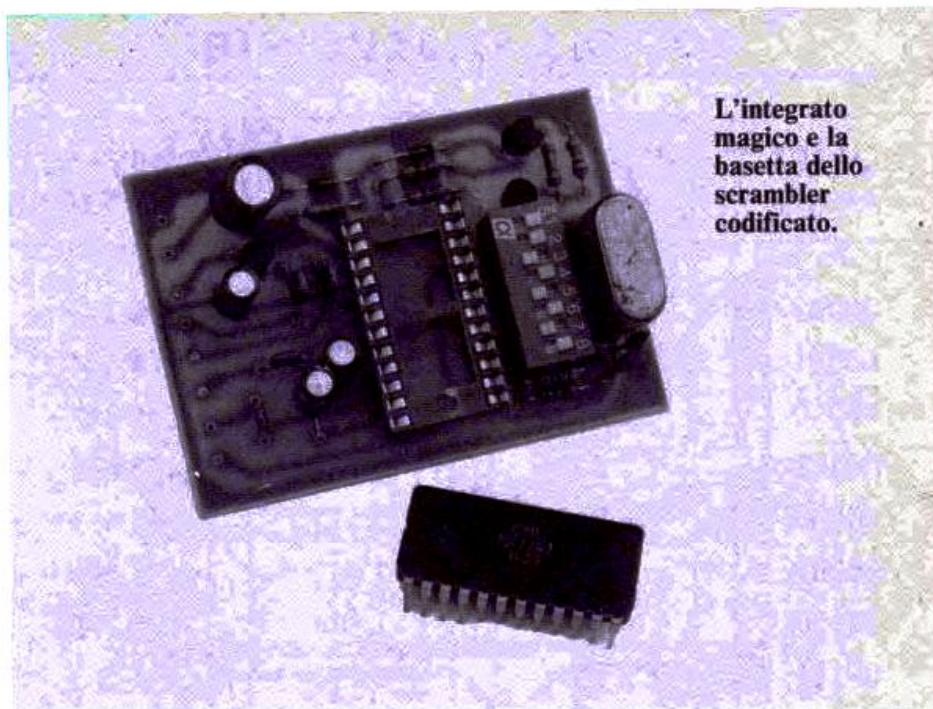
Il segnale scramblerizzato risulta assolutamente incomprensibile ad un normale ascolto così come risulta del tutto simile all'originale qualora venga inviato ad un circuito di decodifica.

In pratica la frequenza del segnale audio viene «traslata» di 3.500 Hz. Ciò significa che un segnale di 500 Hz diventerà di 3.000, un segnale di 2.500 Hz diventerà di 1.000 Hz e così via. Per ottenere una siffatta elaborazione si fa generalmente ricorso a dei modulatori ad anello.

Se osserviamo lo schema interno dell'integrato COM9046 notiamo che anche in questo caso il segnale di ingresso di ciascuna sezione viene applicato ad un modulatore ad anello unitamente al segnale di battimento di 3.500 Hz circa. Questa nota viene generata localmente tramite un oscillatore quarzato a 3,57954 MHz; questa frequenza viene applicata a due divisori per 32, connessi in cascata, in modo da ottenere una nota a 3.496 Hz utilizzata appunto nel modulatore ad anello.

Il battimento tra il segnale audio e la nota generata localmente dà luogo a due nuove frequenze: «somma» e «differenza».

Schema a blocchi dell'integrato FX 224.

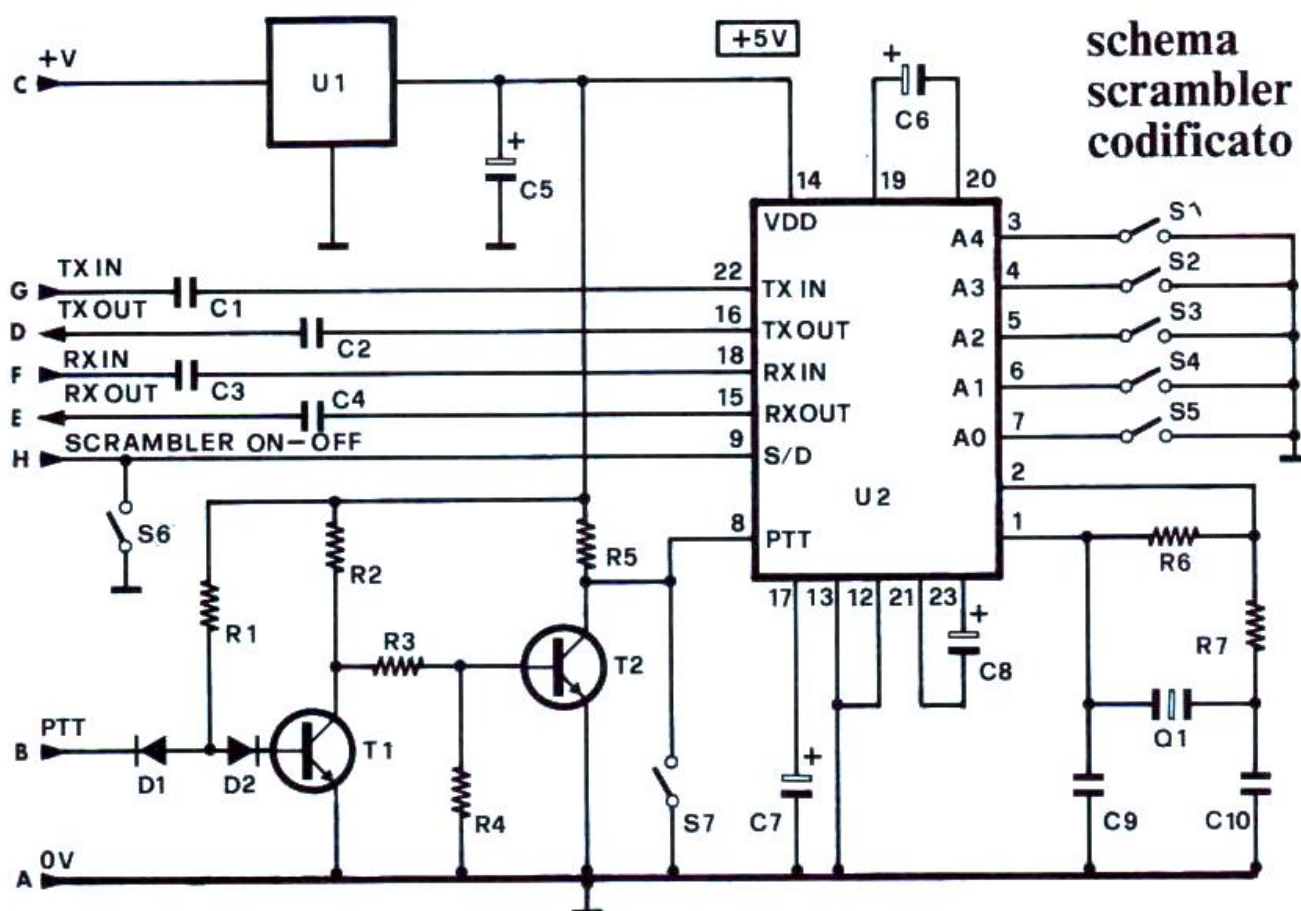
Nel nostro caso viene ovviamente utilizzato il segnale «differenza» dal momento che la banda passante degli apparati radio è di poco superiore ai 3 KHz. Per eliminare il segnale «somma», che in ogni caso presenta sempre una frequenza superiore a 3,5 KHz e che quindi verrebbe fortemente attenuato in fase di trasmissione, il COM9046 dispone di un filtro digitale passa-basso controllato dallo stesso oscillatore locale.

In pratica questo filtro viene controllato dalla frequenza presente all'uscita del primo divisore per 32 (111.800 Hz circa). Questa sezione elimina completamente il segnale «somma» garantendo un perfetto funzionamento dello scrambler.

L'integrato magico e la basetta dello scrambler codificato.

SCHEMA ELETTRICO

Diamo ora un'occhiata allo schema elettrico del nostro dispositivo. Come era logico attendersi, oltre all'integrato U1, il circuito comprende pochissimi altri componenti.

Ai terminali 12 e 14 fa capo l'oscillatore locale con il quarzo a 3,57954 MHz.

L'ingresso della prima sezione corrisponde al pin 11, l'uscita al pin 10; la seconda sezione fa invece capo ai pin 5 (ingresso) e 6 (uscita). Al pin 4 deve essere applicata una tensione di riferimento pari a metà tensione di alimentazione. Con tale potenziale bisogna polarizzare anche i due ingressi. A ciò provvedono i partitori resistivi connessi ai pin 4, 5 e 11. Al pin 2 fa capo l'enable; applicando un livello logico alto a tale terminale viene attivata su entrambi i canali la funzione scrambler, in caso contrario (livello logico basso) il dispositivo

schema scrambler codificato

+V C, U1, +5V, C5, C6, 14, 19, 20, VDD, A4, A3, A2, A1, A0, S1, S2, S3, S4, S5, 3, 4, 5, 6, 7, TX IN G, TX OUT D, RX IN F, RX OUT E, C1, C2, C3, C4, 22 TX IN, 16 TX OUT, 18 RX IN, 15 RX OUT, SCRAMBLER ON-OFF H, 9 S/D, 8 PTT, U2, 2, 1, 17, 13, 12, 21, 23, S6, R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, T1, T2, C7, C8, C9, C10, Q1, PTT B, D1, D2, S7, 0V A

CODICI E SPLIT POINTS

CODICE (A4-A0)	FREQUENZA DI SEPARAZIONE	PORTANTE INFERIORE	PORTANTE SUPERIORE
00000	2.800	3.105	6.172
00001	2.625	2.923	6.024
00010	2.470	2.777	5.813
00011	2.333	2.631	5.681
00100	2.210	2.512	5.555
00101	2.100	2.403	5.494
00110	2.000	2.304	5.376
00111	1.909	2.212	5.263
01000	1.826	2.127	5.208
01001	1.750	2.049	5.102
01010	1.680	1.984	5.050
01011	1.555	1.858	4.950
01100	1.448	1.748	4.807
01101	1.354	1.655	4.716
01110	1.272	1.572	4.629
01111	1.200	1.501	4.587
10000	1.135	1.436	4.504
10001	1.050	1.351	4.424
10010	976	1.278	4.347
10011	913	1.213	4.310
10100	857	1.157	4.273
10101	792	1.094	4.166
10110	736	1.037	4.132
10111	688	988	4.065
11000	636	936	4.032
11001	591	891	3.968
11010	552	853	3.937
11011	512	813	3.906
11100	471	772	3.846
11101	428	728	3.816
11110	388	688	3.787
11111	350	650	3.731

non altera in alcun modo il segnale di bassa frequenza.

La presenza di tale controllo consente di installare il circuito in maniera permanente all'interno dell'RTX senza che sia necessario, per tornare al funzionamento normale, rimuovere lo scrambler.

In pratica la funzione scrambler viene attivata dall'interruttore S1 il quale potrà essere sostituito dai contatti di un selettore presente nell'apparato (ad esempio si potrà utilizzare il deviatore che negli apparati VHF seleziona i - 600 KHz).

Lo scrambler necessita di una tensione di alimentazione stabilizzata a 5 volt che viene fornita dall'integrato U2, un regolatore a

Tra il quarzo e l'integrato... il blocco dei microdeviatori.

tre pin tipo 78L05. Il nostro circuito pertanto potrà essere alimentato con una tensione continua compresa tra 8 e 15 volt, tensione con la quale vengono alimentati la stragrande maggioranza dei ricetrasmettitori.

Il guadagno di ciascuna sezione è unitario; ciò significa che l'ampiezza del segnale presente in uscita corrisponde esattamente all'ampiezza del segnale di ingresso.

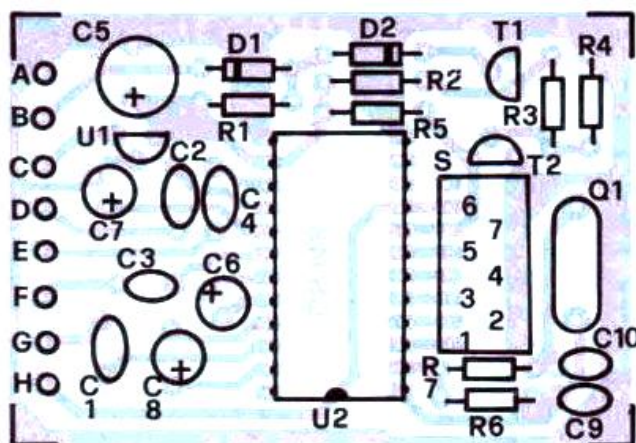
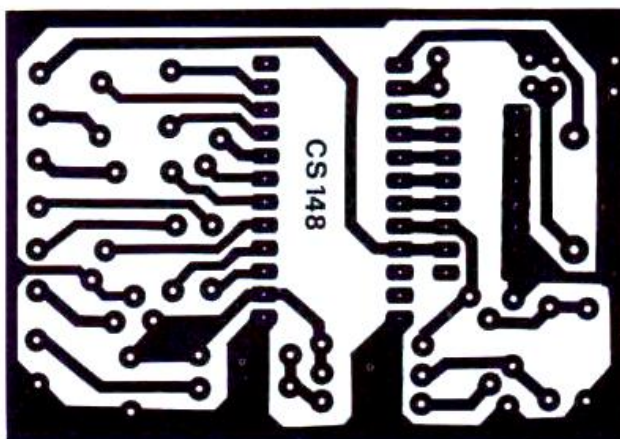
Il dispositivo è in grado di funzionare con segnali di ingresso di ampiezza non inferiore a 10-20 millivolt mentre l'ampiezza massima è di 4 Vpp. Lo scrambler, perciò, come vedremo meglio in seguito, dovrà essere collegato in trasmissione dopo il preamplificatore microfonico e, in ricezione, prima dell'amplificatore di potenza.

Occupiamoci ora della realizzazione pratica. A tale scopo, come si vede nelle illustrazioni, abbiamo utilizzato una basetta

COMPONENTI

C1 = 100 nF
C2 = 100 nF
C3 = 100 nF
C4 = 100 nF
C5 = 100 µF 16 VL
C6 = 1 µF 16 VL
C7 = 1 µF 16 VL
C8 = 1 µF 16 VL
C9 = 82 pF
C10 = 33 pF
R1 = 220 Kohm
R2 = 4,7 Kohm
R3 = 33 Kohm
R4 = 10 Kohm
R5 = 4,7 Kohm
R6 = 1 Mohm
R7 = 470 Ohm
Q1 = quarzo 1 MHz
D1 = 1N4148
D2 = 1N4148
T1 = BC237
T2 = BC237
U1 = 78L05
U2 = FX224
S1-S7 = Microdeviatori da stampato
Val = 8/15 volt

PER IL KIT VEDI A PAG. 127

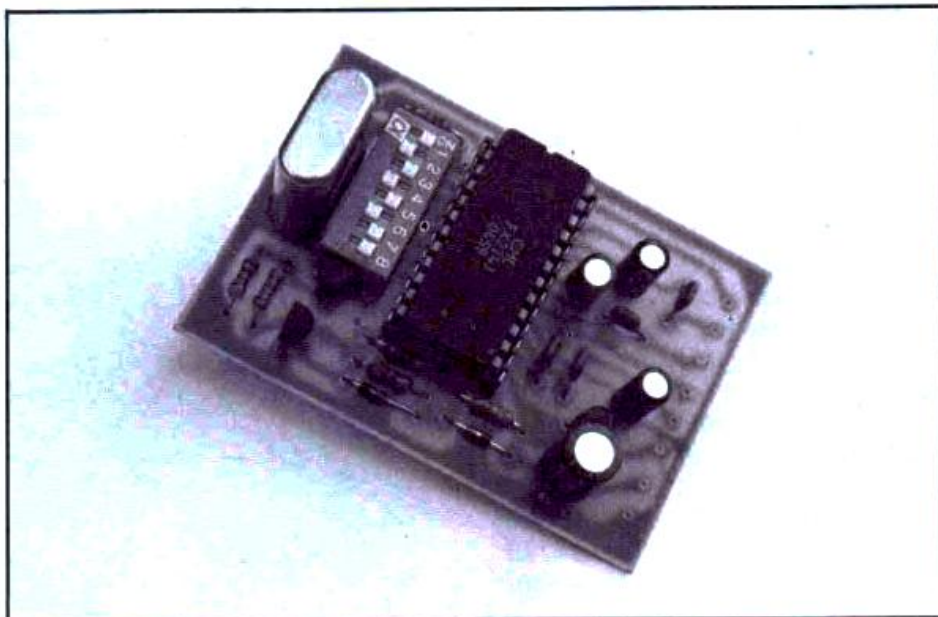
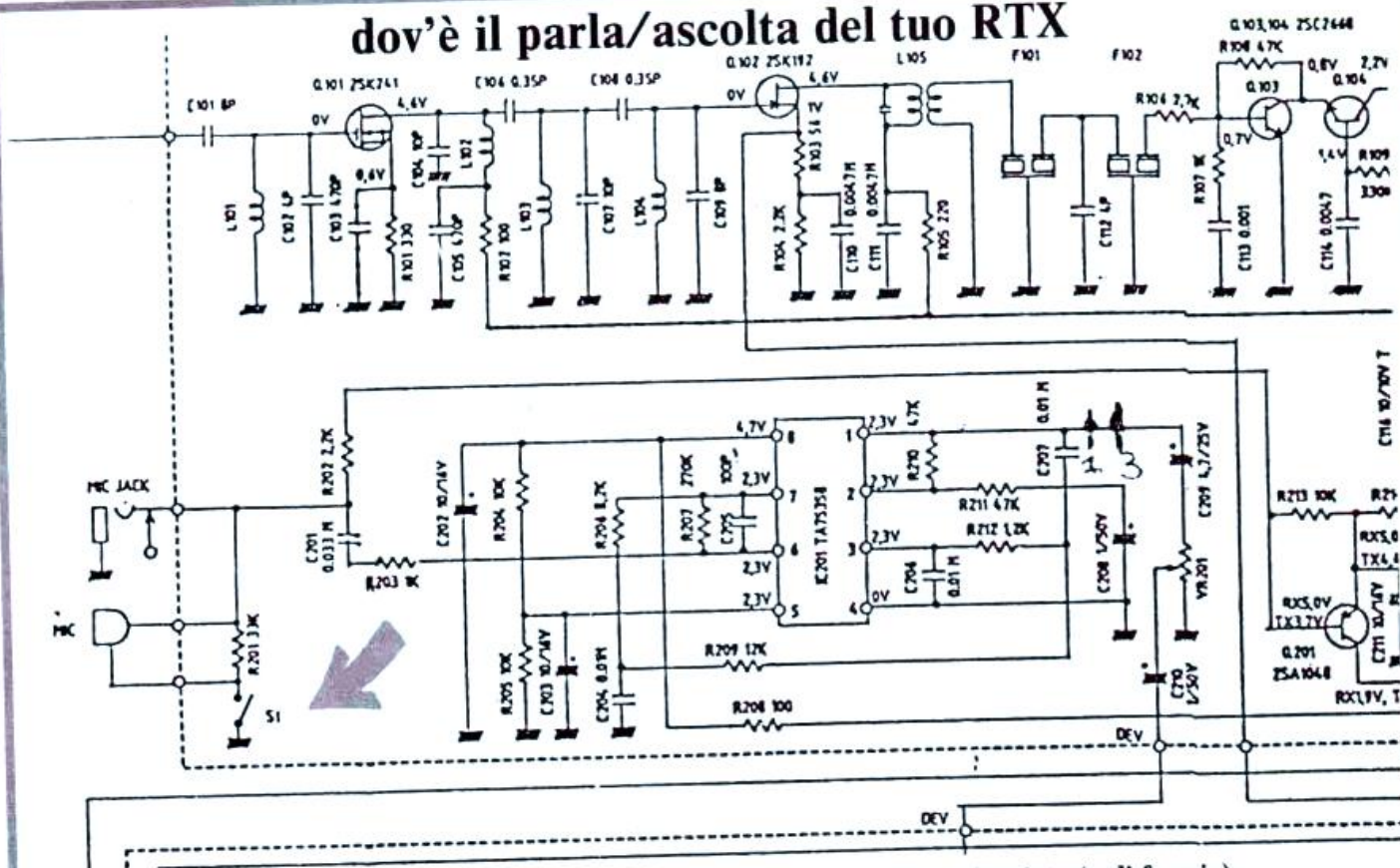
per il montaggio

traccia rame

stampata appositamente realizzata che misura 26x30 millimetri.

In considerazione delle ridotte dimensioni della piastra è consigliabile utilizzare un saldatore di piccola potenza munito di una punta sottile e ben pulita.

Per ridurre le dimensioni abbiamo evitato l'impiego di uno zoccolo ed abbiamo saldato il chip direttamente sulla piastra. Durante questa fase agite con la necessaria velocità onde evitare di danneggiare l'integrato. Se la saldatura non riesce al primo tentativo non insistete ma lasciate trascorrere qualche minuto prima di riprovare. Tutte le resistenze vanno montate in posizione verticale; dopo la saldatura il quarzo va ripiegato sull'integrato.

Ultimato il cablaggio non resta che verificare il buon funzionamento del circuito. A tale scopo alimentate lo scrambler con una tensione appropriata, verificate che sul pin 9 sia presente una tensione a 5 volt e collegate all'ingresso di una delle due sezioni un segnale di bassa frequenza di circa 100 mV di ampiezza.

Collegate l'uscita della stessa sezione ad un amplificatore di bassa frequenza e verificate che il segnale risulti assolutamente incomprensibile. Effettuate la stessa verifica con l'altra sezione. Se si verificassero delle interferenze tra le due sezioni, pulite accuratamente le piste con della trielina sino ad asportare completamente lo strato di pasta salda.

A questo punto non resta che

dov'è il parla/ascolta del tuo RTX

Nello schema (tipico dei ricetrasmettitori VHF a contraves) è evidenziato (vedi freccia) il pulsante parla/ascolta al quale va collegato il PTT dello scrambler codificato.

installare il dispositivo all'interno dell'RTX. Come si vede nello schema a blocchi, questa operazione è relativamente semplice. In ogni caso bisogna avere a disposizione lo schema elettrico dell'RTX per individuare il punto migliore dove collegare lo scrambler.

In questi mesi abbiamo utilizzato lo scrambler con numerosi tipi di ricetrans e in nessun caso abbiamo avuto problemi di installazione; tuttavia, a causa della esasperata miniaturizzazione degli apparati portatili, questa operazione deve essere effettuata con la massima calma e con tutta la pazienza possibile.

Se siete tutt'altro che calmi o non ve la sentite di aprire il vostro RTX, affidate questa operazione ad un laboratorio specializzato che in poco tempo e con una modica spesa effettuerà l'installazione. La sezione di codifica va connessa dopo il preamplificatore microfonico; in pratica è sufficiente interrompere la linea di uscita di questo stadio e collegare in serie una sezione dello scrambler.

Ancora più semplice è il collegamento della sezione di decodifica. In questo caso, infatti, bisogna scollegare il terminale centrale del potenziometro di volume e collegare in serie la seconda sezione dello scrambler.

L'alimentazione può essere prelevata in qualsiasi punto del circuito mentre per quanto riguarda il deviatore si può fare ricorso ad uno dei selettori presenti nell'apparato o ad un contatto libero del commutatore dei canali. Qualora si preveda di utilizzare l'apparato con la funzione scrambler inserita, i contatti relativi potranno essere lasciati liberi.

Come accennato in precedenza, il dispositivo appena descritto rende **assolutamente incomprensibile** la modulazione; è evidente tuttavia che quanti dispongono di uno scrambler analogo potranno facilmente decodificare il segnale.

ANCORA MEGLIO...

Per incrementare il grado di sicurezza, dunque, non resta che fare uso di uno scrambler codificato, di un circuito cioè che sia in grado di effettuare differenti manipolazioni sul segnale di BF. Con il COM9046 l'unica variazione possibile è quella di fare uso di quarzi di frequenza inferiore o superiore a quella standard; in questo modo si ottiene

I MIGLIORI APPAREÇCHI SUL MERCATO

Li abbiamo visti da Marcucci, via F.lli Bronzetti 37, Milano, tel. 02/7386051. Ecco qui nelle foto due apparati molto interessanti!

una variazione della frequenza di battimento ma, ad un orecchio attento, il segnale risulta ugualmente comprensibile. Non resta dunque che imboccare altre strade. Tra queste la più semplice ed efficace è quella di fare ricorso ai dispositivi funzionanti in VSB (Variable Split Band).

A CODIFICA VARIABILE

In questo caso lo spettro audio viene suddiviso in due bande ciascuna delle quali viene sottoposta ad un processo di inversione di banda. Le due frequenze di battimento vengono generate automaticamente in funzione della frequenza di separazione.

Così, ad esempio, se scegliamo come split point il valore di 2.000 Hz, le frequenze comprese tra 300 e 2.000 Hz verranno inviate ad un modulatore ad anello funzionante con una portante di 2304 Hz mentre il modulatore ad anello interessato alla banda superiore (2.000-3.000) verrà fatto funzionare con una portante di 5.494 Hz.

È evidente che per elaborare in questo modo il segnale audio è necessario fare ricorso a filtri digitali di elevate prestazioni ed a sofisticati modulatori ad anello.

In altre parole è impensabile cercare di realizzare con componenti discreti un circuito di questo genere anche perché esistono degli integrati (purtroppo piuttosto costosi) che svolgono egregiamente tutte le funzioni necessarie.

Tra questi il più valido e il più reperibile è contraddistinto dalla sigla FX224; questo chip è prodotto dall'inglese CML Semiconductor specializzata in dispositivi del genere.

L'integrato in questione è un dual-in-line passo doppio a 24 pin. La caratteristica più importante di questo chip è la possibilità di scegliere tra 32 differenti frequenze di separazione come indicato nell'apposita tabella. La stessa tabella mette in evidenza il codice relativo a ciascuna frequenza e i valori delle portanti utilizzate per la banda superiore e per quella inferiore. È evidente che la doppia inversione di banda rende il segnale ancora più incomprensibile rispetto ad un normale processo di inversione di banda.

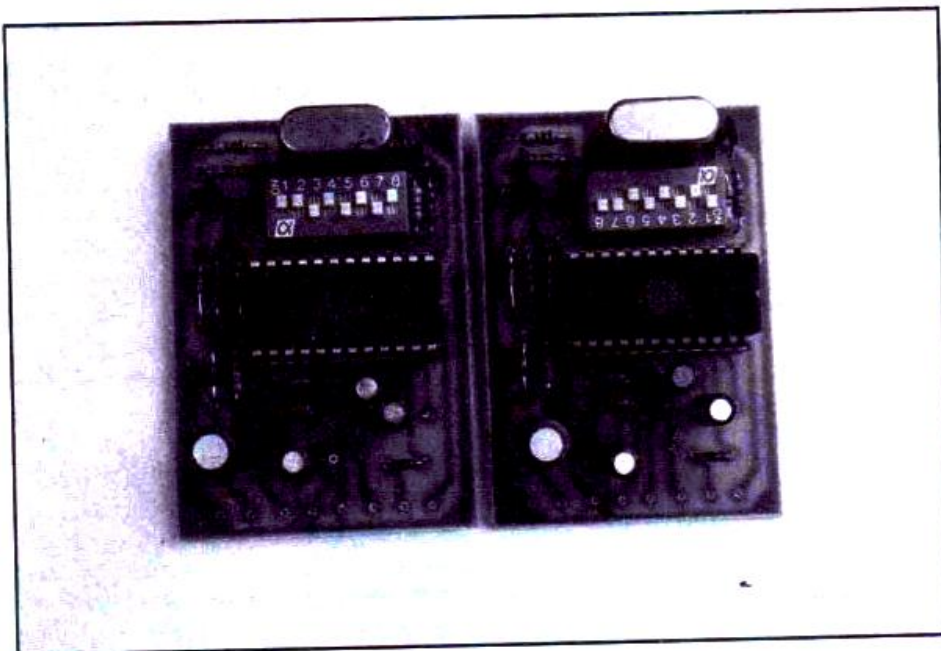
Per impostare il codice è necessario fornire ai cinque ingressi dell'FX224 altrettanti livelli logici tramite cinque microdeviatori che consentono di collegare a massa i terminali relativi. Normalmente tali terminali (contraddisinti) dalle sigle A0-A4) presentano un livello logico alto. Ai terminali 1 e 2 fa capo l'oscillatore locale ad 1 MHz. La frequenza prodotta da questo stadio sovraintende al funzionamento dei filtri e dei modulatori ad anello. È inutile sottolineare che tale frequenza deve essere particolarmente stabile.

Per questo motivo l'oscillatore utilizza un quarzo da 1 MHz.

L'integrato dispone di due sezioni di codifica/decodifica che, purtroppo, non possono funzionare contemporaneamente. Pertanto per ottenere un funzionamento full-duplex si dovranno utilizzare due scrambler per ogni apparato radio. Tramite il piedino 8 è possibile selezionare il circuito di codifica o quello di decodifica; quando il livello logico è basso viene attivata la sezione di codifica ovvero la sezione che va inserita nei circuiti di trasmissione dell'RTX.

In caso contrario (livello alto) risulta attiva la sezione di decodifica inserita nel ricevitore. Tramite il deviatore da stampato S7 è possibile mantenere lo scrambler sempre in trasmissione (S7 chiuso) o in ricezione (S7 aperto). Per effettuare automaticamente questa operazione è necessario lasciare aperto S7 e collegare l'ingresso dello scrambler contraddistinto dalla sigla PTT al pulsante parla/ascolta del ricetrasmettitore.

In quasi tutti gli apparati tale pulsante è collegato tra il microfono interno e la massa (vedi schema); se a questo stesso punto colleghiamo il terminale PTT otterremo l'attivazione automatica delle due sezioni dello scrambler.

Il circuito composto dai transistor T1 e T2 effettua la necessaria separazione tra l'ingresso PTT dell'integrato U2 e l'RTX. Al piedino 9 fa capo il controllo di scrambler/descrambler. Quando tale terminale presenta un livello logico basso il circuito codifica o decodifica il segnale, in caso contrario (livello logico alto) il segnale di bassa frequenza non subisce alcuna manipolazione. Pertanto, con lo scrambler attivo, il deviatore S6 deve essere normalmente chiuso. L'ingresso della sezione di codifica fa capo al pin 22, l'uscita al 16; il terminale 18 corrisponde invece all'ingresso della sezione di decodifica la cui uscita fa capo al pin 15.

Anche in questo scrambler le due sezioni presentano un guadagno unitario e necessitano di un segnale di ingresso di almeno una cinquantina di millivolt per funzionare correttamente.

Il dispositivo viene alimentato con una tensione di 5 volt fornita dallo stabilizzatore a tre pin U1. All'ingresso di questo dispositivo potrà perciò essere applicata una tensione compresa tra 8 e 15 volt.

UN BUON MONTAGGIO

Occupiamoci ora del montaggio e della taratura. Come si vede nelle illustrazioni, per realizzare il dispositivo abbiamo utilizzato una basetta che misura 50x70 mm. Per poter effettuare le prove è necessario montare almeno una coppia di scrambler. Il cablaggio non presenta particolari difficoltà.

In considerazione dell'elevato costo dell'integrato è consigliabile fare uso di un apposito zoccolo a 24 pin. I sette microdeviatori sono in realtà otto in quanto in commercio non sono disponibili «blocchi» da 7 elementi: evidentemente l'ottavo switch non è collegato. Prestate molta attenzione all'orientamento dei condensatori elettrolitici dei diodi e dei transistor.

IL CONTROLLO DELL'ALIMENTAZIONE

Prima di dare tensione date un'ultima occhiata al montaggio; se tutto è a posto alimentate lo scrambler con una tensione compresa tra 8 e 15 volt e controllate che tra il pin 14 e massa sia presente una tensione di 5 volt. Controllate anche che, collegando a massa il terminale PTT, il livello logico presente sul pin 8 passi da alto a basso. Non resta ora che collegare tra loro i due scrambler.

In pratica bisogna collegare l'uscita della sezione TX del primo circuito con l'ingresso RX del secondo.

L'uscita RX di quest'ultimo dovrà essere collegata ad un amplificatore di bassa frequenza. Da quanto esposto in precedenza, è evidente che il deviatore S7 del primo circuito andrà chiuso mentre quello del secondo scrambler dovrà essere lasciato aperto mentre in entrambi i casi S6 dovrà essere chiuso. È altresì necessario impostare inizialmente lo stesso codice tramite i deviatori S1-S5.

In questo modo, il segnale presente all'uscita dei due scrambler risulterà perfettamente comprensibile in quanto sottoposto alla stessa operazione di codifica e decodifica.

Collegando invece l'amplificatore a valle del primo scrambler, deve risultare del tutto incomprensibile.

Ritornando alla configurazione precedente noterete che modificando anche un solo switch il segnale diventerà incomprensibile.

Anche utilizzando un codice adiacente non è possibile comprendere alcunché!

DOVE NASCONDERLO

Al termine di queste verifiche, potrete inserire lo scrambler all'interno dell'RTX. Le dimensioni del circuito non consentono di installare il dispositivo all'interno degli apparati portatili; in questo caso lo scrambler dovrà essere posto all'esterno. La soluzione migliore consiste nell'inserire il circuito all'interno di un piccolo contenitore plastico fissato sul retro dell'apparato.

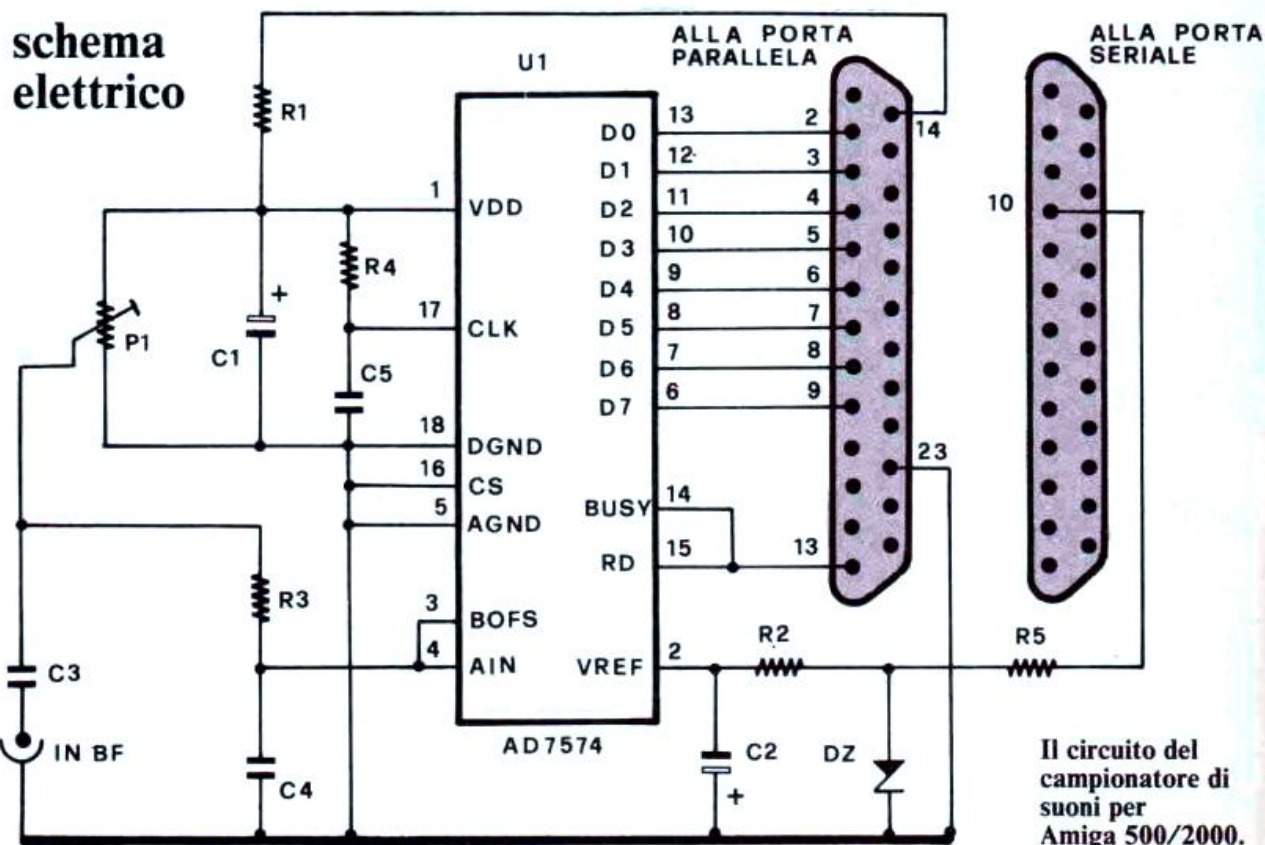
Nessun problema invece per quanto riguarda l'inserimento dello scrambler in apparati fissi o veicolari. Per quanto riguarda i collegamenti al circuito dell'RTX valgono le stesse indicazioni già fornite per lo scrambler ad inversione di banda; per ciò che concerne il PTT bisogna semplicemente collegare questo terminale al deviatore parla/ascolta del ricetrasmettitore.

AMIGA AUDIO DIGITALIZZATORE

UN'INTERFACCIA DA COSTRUIRE AL VOLO CHE, CON IL TUO COMPUTER AMIGA, CONSENTIRÀ DI REGISTRARE, MODIFICARE E RISENTIRE TUTTO QUEL CHE SI VUOLE.

È noto come con Amiga (è il computer di moda, dunque non potevamo non occuparcene) sia relativamente facile produrre suoni anche molto complessi e che proprio questa sia una delle caratteristiche intriganti della macchina. Meno nota ma reale è invece la difficoltà di definire gli strumenti e trascrivere le partiture, tale da rischiare di far desistere chiunque dal tentarlo con i metodi, per così dire, tradizionali.

Esiste però un'altra possibilità che semplifica enormemente tutte queste operazioni e che dà risultati più che soddisfacenti anche ai primi tentativi: quella di usare il programma Perfect Sound che abbiamo preparato per voi o che troverete in commercio ed una semplice interfaccia, potrete registrare, modificare e risentire ogni suono o brano musicale che vor-

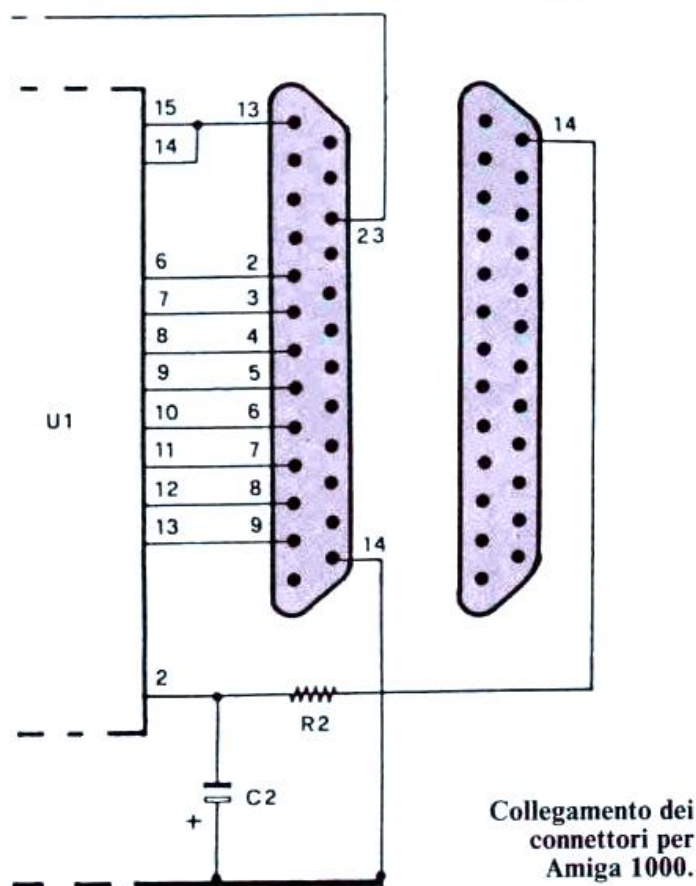
Il circuito del campionatore di suoni per Amiga 500/2000.

rete. Lo schema elettrico della scheda è semplicissimo, poiché utilizza un solo integrato e pochi altri componenti passivi. Sapete tutti che il suono altro non è che un'onda elettromagnetica che può essere ricondotta ad una variazione di tensione elettrica. Questa caratteristica permette di poter misurare istante per istante tale valore che, opportunamente trasformato, viene registrato nella memoria del calcolatore come dato numerico. Ora, con il programma che proponiamo (originariamente studiato per l'Amiga 1000) o con un altro a vostra scelta, (l'interfaccia è infatti compatibile con tutti i più famosi programmi di campionamento in commercio) potrete manipolare il suono come vorrete e, per esempio, inserirlo in un vostro lavoro per renderlo più completo. Questo progetto sarà utilizzabile con tutti i tipi di Amiga; naturalmente qualche modifica si renderà necessaria causa le diversità fra i connettori delle interfacce seriali e parallele dell'Amiga 1000 e quelle dei modelli 500 e 2000. Analizziamo ora lo schema elettrico di questa scheda iniziando a considerare l'entrata del segnale audio, che non dovrà superare i 5 V picco-picco: si notano subito i due condensatori C3 e C4 e la resistenza R3, che hanno la funzione di filtrare a dovere il segnale, ed il trimmer P1 che regola la sensibilità dell'integrato convertitore. Più in alto ci sono due componenti importanti: R4 e C5, che hanno il compito di stabilire ogni quanto l'AD7574 deve campionare il segnale d'entrata. Con i valori riportati la conversione avviene ogni 15 microsecondi circa, ma questo tempo può essere modificato cambiando R4, se il programma che usate lo richiede. Ci sono poi R1 ed R2, molto utili per proteggere il computer da possibili sovraccarichi.

Collegamento dei connettori per Amiga 1000.

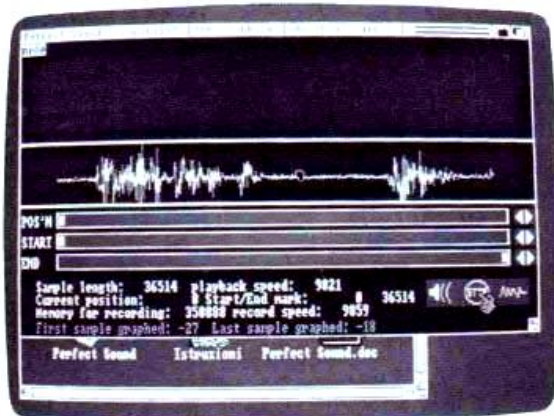
IL CONVERTER

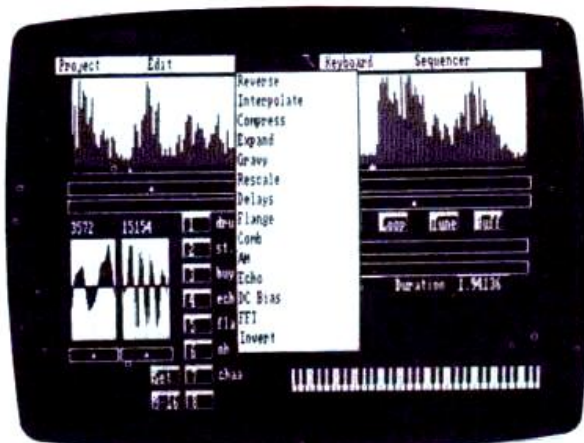
Il cuore di tutto il progetto è però il convertitore analogico digitale ad 8 bit siglato AD7574 (oppure 7574, MP7574) il quale, oltre che trasformare in binario una tensione, è in grado di gestire direttamente l'interfaccia parallela dell'Amiga. Questo integrato infatti, oltre che controllare il bus (B0-B7), nel quale sono presenti i dati in forma binaria, gestisce sia il BUSY che l'RD: il primo serve alla periferica ed al computer per dare il segnale che non è in grado di ricevere o trasmettere dati; il secondo serve per abilitare, al momento opportuno, la periferica. Per svolgere tutto questo lavoro l'AD7574 necessita di un'alimentazione di tipo duale: il +5V ed il —5V. La maniera più semplice è sicuramente quella di andare a cercare sui vari connettori che l'Amiga ha a disposizione la tensione negativa che occorre, dato che la positiva si trova direttamente sul connettore della parallela. A questo punto i discorsi si differenziano perché, come già accennato, l'Amiga 1000 presenta alcune differenze rispetto ai suoi fratelli 500 e 2000.

PER L'AMIGA 1000

AMIGA 1000: nella porta parallela è presente la maggior parte di ciò che può servirci: pin2-

STUDIO MAGIC

Il nostro campionatore è compatibile, oltre che con il software che possiamo darvi noi su dischetto (inviare vaglia lire 12mila a Elettronica 2000, C.so Vitt.

Schermata di lavoro del programma Perfect Sound che troverete nel dischetto.

Emanuele 15, Milano) anche con un altro programma, decisamente più sofisticato e completo: lo Studio Magic. Anche in questo caso, come in quello del programma Perfect Sound, l'unico accorgimento per un corretto funzionamento della registrazione digitale è il settaggio dell'opzione stereo (nel menu Project). Appena terminato il campionamento apparirà automaticamente un grafico del suono e potrete immediatamente sentire la qualità della registrazione clickando sopra il classico Play. Usando il programma noterete che il sampling è solo una delle opzioni, poiché la parte del leone è riservata alla fatidica interfaccia midi.

Il programma Studio Magic, completo.

Potete infatti splittare la tastiera, modificare i registri, caricare e salvare strumenti: insomma, una vera e propria gestione completa della Midi. Se a questo unite la possibilità di riprodurre «quasi» fedelmente un qualsiasi suono presente in natura, usando una tastiera midi e per di più controllando 4 suoni contemporaneamente, avrete solo una piccola idea di quello che Studio Magic può fare!
Il programma è prodotto da Sunrize Industries, 3801 Old College Road, Bryan, TX 77801, tel. 409-846-1311.

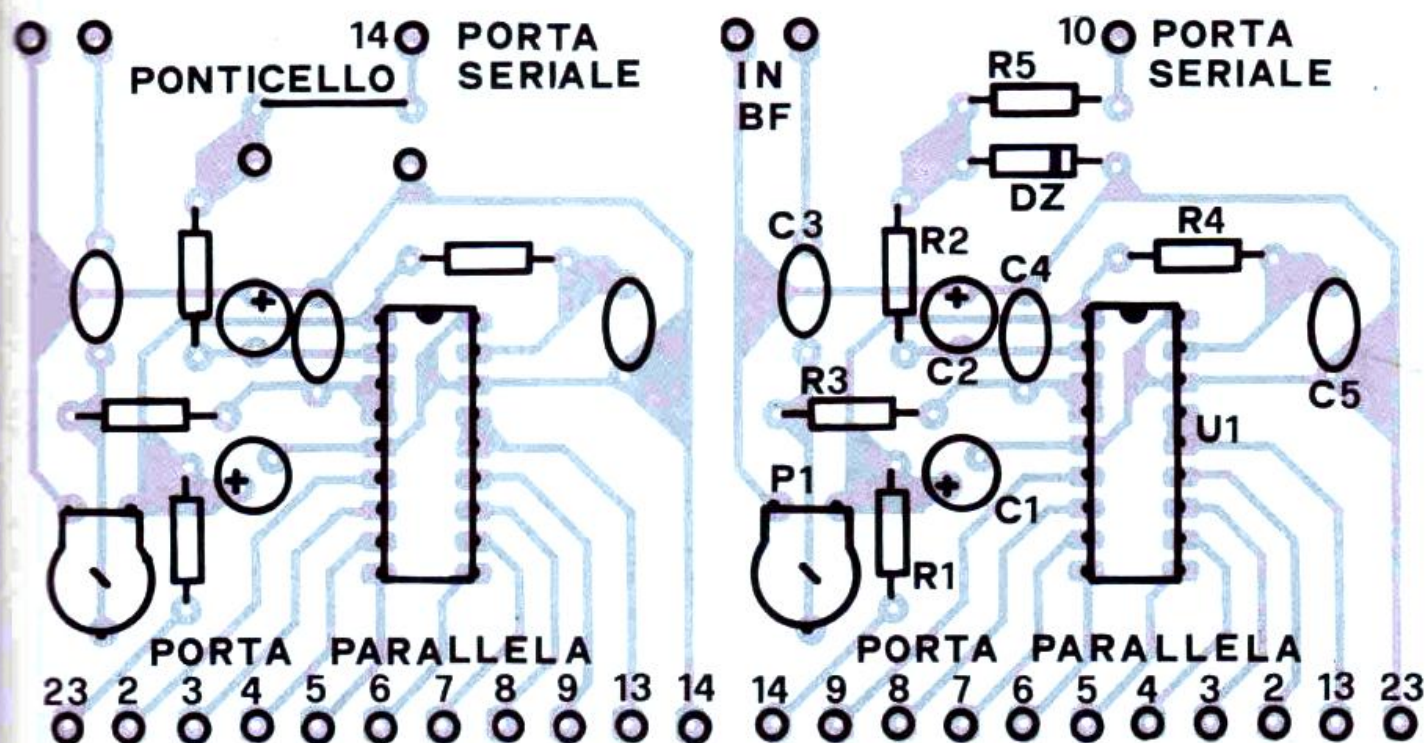
(B0); pin3-(B1); pin4-(B2); pin5-(B3); pin6-(B4); pin7-(B5); pin8-(B6); pin9-(B7); pin11-(BUSY); pin13-(RD); pin14-(massa); pin23-(+5V).

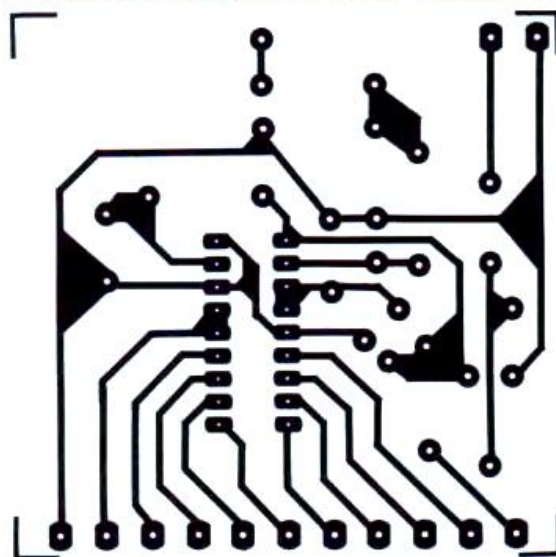
Per prelevare dalla porta parallela i segnali bisogna usare un DB29 femmina. Nella seriale possiamo prendere dal pin14 l'importante -5V; per farlo adopereremo un DB29 maschio.

PER IL ...2000

AMIGA 500/2000: possiamo ricavare dalla porta parallela: pin2-(D0); pin3-(D1); pin4-(D2); pin5-(D3); pin6-(D4); pin7-(D5); pin8-(D6); pin9-(D7); pin11-(BUSY); pin13-(RD); pin23-(massa); pin14-(+5V). Per potersi collegare con questo connettore si deve adoperare un connettore DB25 maschio. Dalla seriale, invece, utilizziamo un solo terminale, il pin10-(-12) il quale, anche non essendo esattamente quello di cui abbiamo bisogno, è facile da trasformare in -5V. Ripetiamo che fra i vari modelli di Amiga, oltre che un'importantissima differenza di piedinatura (la massa ed i 5V positivi sono praticamente invertiti e ci sono -12V al posto dei -5V) esiste anche quella più lieve, ma essenziale, che consiste nel tipo di connettori da utilizzare. Nel caso dell'Amiga 1000 si adoperano un connettore maschio per la seriale ed uno femmina per la parallela, mentre nel caso degli altri modelli si devono usare il connettore femmina per la seriale ed il connettore maschio per la parallela. Si tratta di distinzioni molto importanti: non rispettando la disposizione dei pin (attenzione soprattutto all'alimentazione ed a non invertire le tensioni negative con quelle positive) e l'interfaccia alla quale vi state connettendo, il circuito subirebbe sicuramente gravi danni. Eccoci dunque alla parte pratica, quella che vi consentirà di costruire il progetto con estrema facilità. Potete adottare il circuito stampato qui riportato oppure usare una piastrina sperimentale, adattissima per questo tipo di costruzioni. Cominciate col saldare i 18 piedini dello zoccolo dell'integrato (attenti a non cortocircuitare i piedini adiacenti), inserite quindi i componenti passivi in posizione corretta ed eseguite le saldature necessarie per collegarli secondo lo schema. Sistemate poi le resistenze, i condensatori, il trimmer (e lo zener per Amiga 500/2000). Ora potrete iniziare a collegare i fili provenienti dai DB29 (la vista dei DB29 è quella del lato saldature). Fate attenzione sempre a cosa state collegando, ricontrollate tutto più volte: con poca fatica e molta precisione avrete, alla fine, un progetto che funzionerà alla per-

Soluzione da adattare per Amiga 1000: nella porta parallela è presente la maggior parte di quello che può servirci!

Schema di montaggio dei componenti per Amiga 500/2000: è fondamentale usare il giusto tipo di connettore per ciascun modello.

fezione! Vi manca adesso solo il jack per l'entrata audio (che per comodità sarà quello della cuffia della radio o dello stereo), di inserire l'integrato AD7574 nel suo zoccolo (attenti alla tacca di riferimento) ed il gioco è fatto; regolate il trimmer a metà corsa e potrete subito cominciare a lavorare con il campionatore. La taratura esatta di P1 si deve ottenere per tentativi, in modo che il segnale non subisca troppe distorsioni o risulti troppo basso. In questa sede vengono inseriti due schemi simili ma non equivalenti: uno per il modello Amiga 1000, l'altro per Amiga 500 ed Amiga 2000. Per il collegamento con il jack audio conviene usare del cavetto schermato, per evitare interferenze e fruscii di fondo che potrebbero distorcere ciò che state campionando. Per lo stesso motivo, una volta verificato che tutto funziona, conviene sistemare la piastra con i componenti montati dentro un contenitore metallico, lasciando sporgere i due DB29 e facendo uscire il jack. Inoltre, la massa del circuito andrà collegata con la carcassa metallica del contenitore stesso. Un'ultima cosa: la versione per Amiga 500/2000 necessita di una resistenza in più (R5) e di uno zener per ridurre la tensione di -12V a -5V. Volendo, in questa versione si può eliminare R2, ma lasciandola non succede nulla.

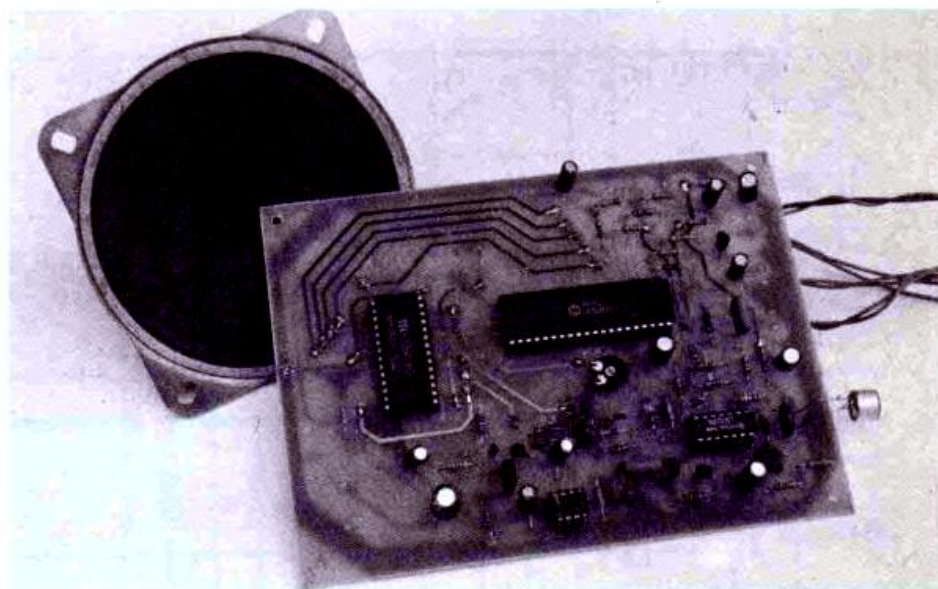
COMPONENTI: **Resistenze da 1/4 W: R1=1 Ohm, R2=1 Ohm, R3=910 Ohm, R4=100K KOhm, (R5=330 Ohm). Condensatori: C1=100 microF elettrolitico 10V, C2=100 microF elettrolitico 10V, C3=680 nF poliestere, C4=22 nF poliestere, C5=120 pF a disco. (DZ= Zener 5,1V 1/2 W). P1=trimmer 10 KOhm. IC1=7574 oppure AD7574 oppure MP7574, zoccolo 9+9, DB25 maschio e DB25 femmina, jack audio, filo schermato, filo, scatola metallica. (I componenti tra parentesi servono solamente per la versione Amiga 500/2000).**

SOFTWARE: Il dischetto con il programma Perfect Sound può essere richiesto ad Amiga Byte, C.so Vitt. Emanuele 15, Milano, con vaglia di L. 12.000.

PER IL KIT VEDI A PAG. 127

SUPER NOVITÀ

REGISTRATORE DIGITALE

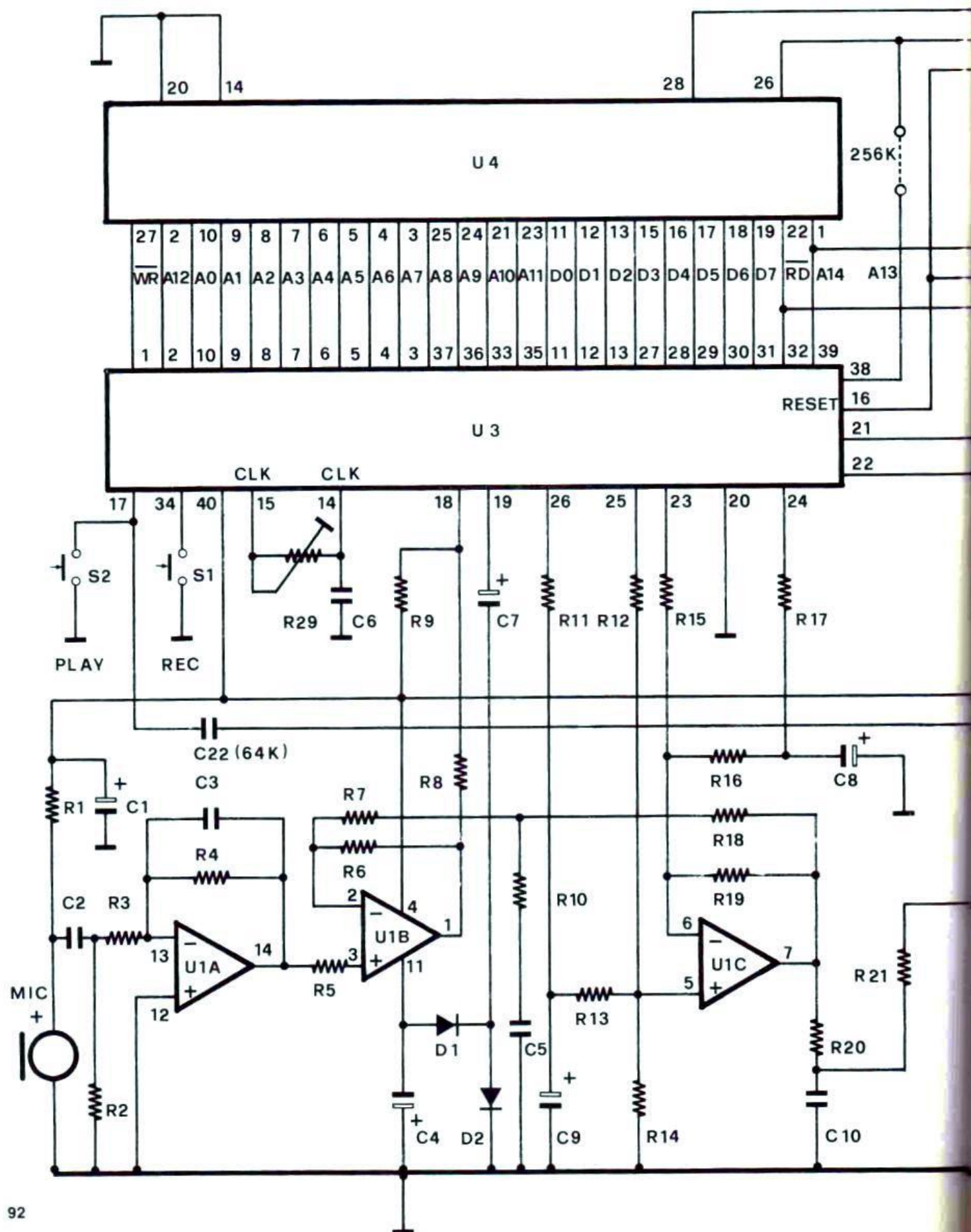
COME MEMORIZZARE SU RAM O SU EPROM UNA QUALSIASI FRASE DELLA DURATA MASSIMA DI 26 SECONDI. L'IMPIEGO DI UN NUOVISSIMO CHIP CHE SVOLGE TUTTE LE FUNZIONI NECESSARIE CONSENTE DI SEMPLIFICARE NOTEVOLMENTE IL CIRCUITO.

MODEL ANNA

Sino a pochi anni fa nessuno avrebbe immaginato che, passati meno di due lustri, l'evoluzione tecnologica avrebbe consentito di registrare su un integrato (ovvero su un pezzettino di silicio di qualche millimetro quadro) un segnale audio qualsiasi, brano musicale o parlato che fosse, della durata di alcune decine di secondi.

Oggi questa possibilità è addirittura alla portata di tutti gli appassionati di elettronica come dimostra il progetto presentato in queste pagine. Le possibili applicazioni dei registratori digitali sono innumerevoli e investono quasi tutti i campi, da quello industriale a quello civile. Mentre sono già numerose le apparecchiature industriali che fanno uso di questa tecnica, i primi esempi di impieghi civili sono i risponditori telefonici commercializzati dalla SIP e le barriere autostradali automatiche con tessera Viacard. Tali barriere, attualmente in fase di installazione lungo la rete autostradale, utilizzano un registratore digitale (con parecchi

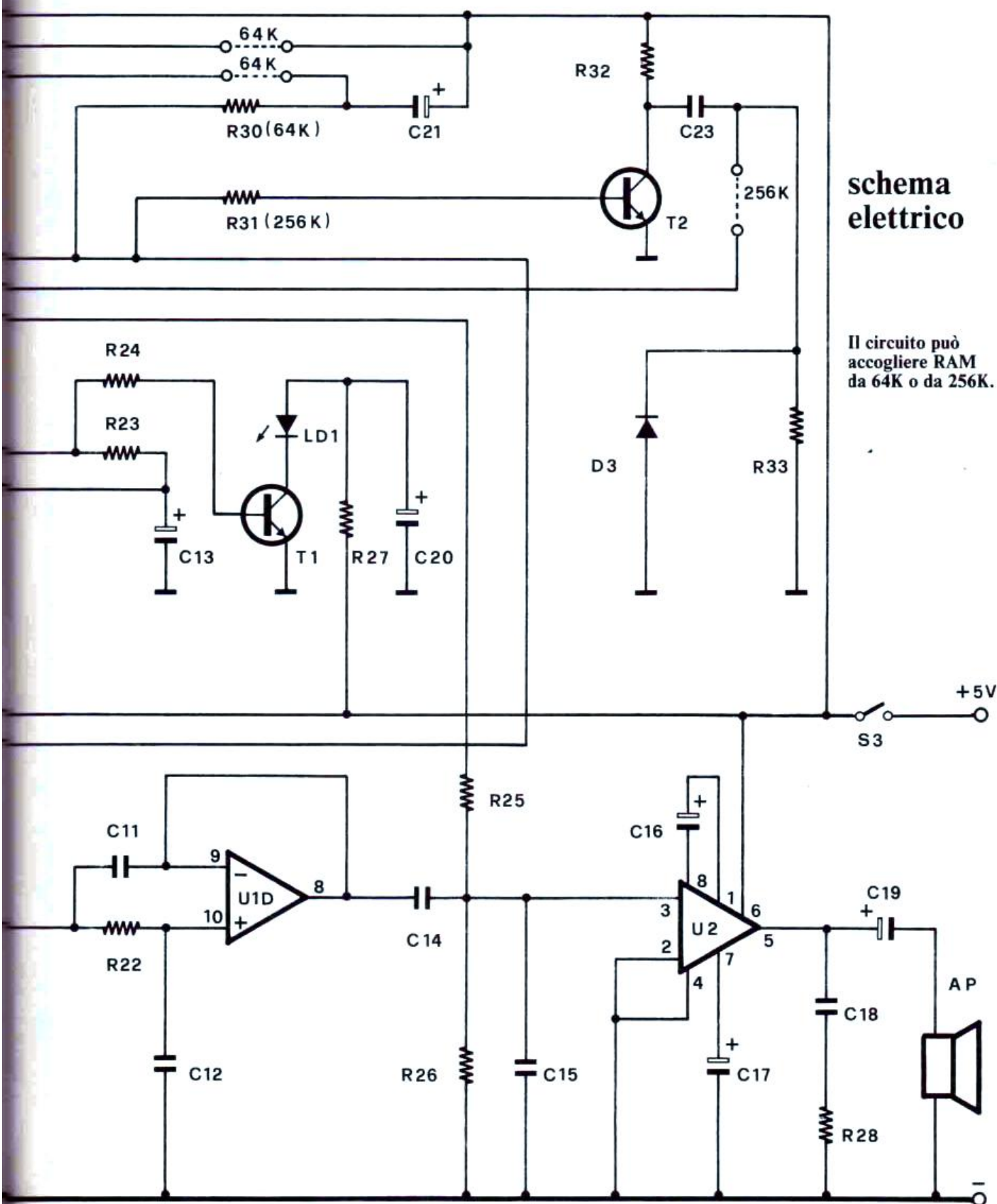
messaggi preregistrati) che fornisce all'utente tutte le informazioni necessarie al corretto uso della tessera Viacard. Appena si arriva ad una di queste barriere, una voce femminile ci invita ad inserire la tessera nell'apposito lettore e, se la tessera è valida, la barra si alza e la stessa voce ci augura buon viaggio.

Nei risponditori SIP, invece, l'utente può memorizzare su RAM un breve messaggio che viene inviato in linea ad ogni chiamata.

In questo modo possiamo avvisare chi ci cerca dove e quando saremo reperibili, oppure fornire

qualsiasi altra informazione.

Il progetto descritto in queste pagine consente di registrare una qualsiasi frase su una memoria RAM montata sullo stesso dispositivo; per attivare la registrazione è sufficiente premere un pulsante; premendo un secondo pulsante è possibile riascoltare in altoparlante la frase precedentemente registrata. La durata della frase registrata dipende dalla memoria utilizzata e dalla qualità della registrazione. Con una memoria da 64 K (64.000 bit) il tempo di registrazione risulta compreso tra 3 e 7 secondi circa, mentre facendo ricorso ad una me-

schema elettrico

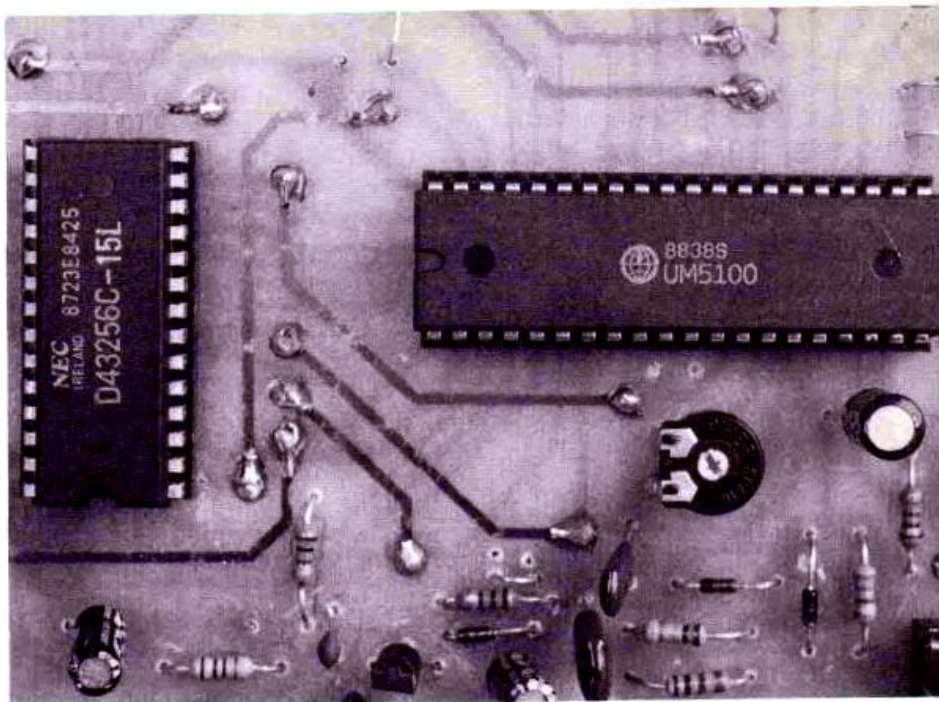
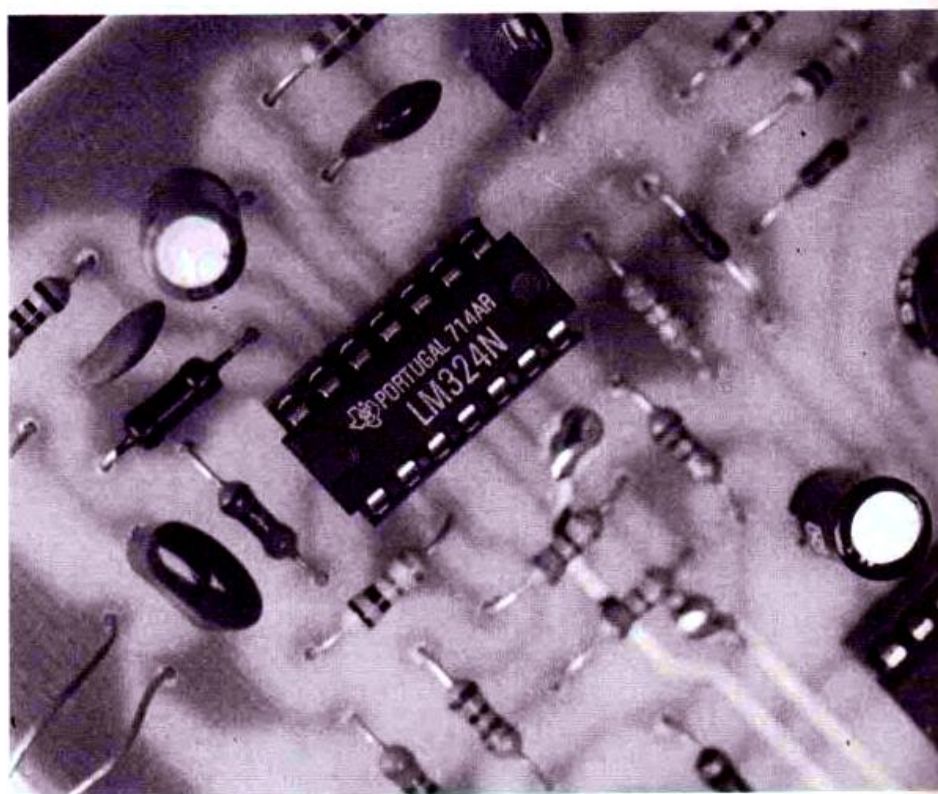
Il circuito può accogliere RAM da 64K o da 256K.

moria da 256K (256.000) bit la durata massima sale a 26 secondi, quella minima a 12. Questo tempo è più che sufficiente nella maggior parte delle applicazioni ed in ogni caso, con opportuni accorgimenti può essere raddoppiato o quadruplicato.

È anche possibile utilizzare il dispositivo con memorie EPROM precedentemente registrate; in questo caso il circuito funzionerà esclusivamente in riproduzione, diffondendo il messaggio (o i messaggi) contenuti nell'EPROM. Il progetto descritto in queste pagine potrà essere utilizzato, con gli opportuni accorgimenti circuitali, per una qualsiasi delle applicazioni menzionate; abbiamo tuttavia allo studio una serie completa di progetti specifici (dalla segreteria telefonica, all'impianto di allarme) che presenteremo nei prossimi numeri della rivista.

VEDIAMO LO SCHEMA

Osserviamo dunque più da vicino lo schema elettrico. Come si può notare, il «cuore» del circuito è rappresentato dall'integrato U3 un convertitore UM5100. Questo chip contiene al proprio interno un convertitore analogico digitale, una rete logica di controllo in grado di pilotare sino a 15 indirizzi, un bus a 8 bit, un generatore per il clock ed un convertitore digitale/analogico.

Avendo a disposizione 15 linee di indirizzo, l'integrato UM5100 può pilotare direttamente sino a 32.768 locazioni di memoria a 8 bit ciascuna per complessivi 256 kbit. La velocità di registrazione e di riproduzione può essere regolata tra 10 e 28 Kbits/sec a seconda della qualità di registrazione che si intende ottenere. Una volta impostata tale velocità (che si regola con un trimmer), è molto semplice ricavare la massima durata del messaggio che può essere registrato. Basta infatti dividere la capacità della memoria complessiva montata nel circuito per il baud rate.

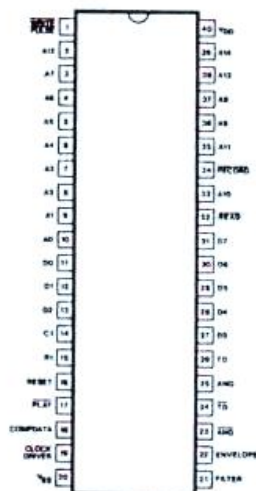
Così, ad esempio, se si fa uso di una memoria da 256K e il circuito viene fatto lavorare a 10 Kbit al secondo, la durata del messaggio registrabile ammonta a 26 secondi circa (256:10).

Prima di analizzare il circuito nel suo insieme, vediamo dunque in dettaglio come funziona questo integrato. Il pin 1 (write pulse) genera (in fase di registrazione) un impulso negativo ogni otto cicli di clock; tale impulso viene utilizzato per controllare il WE della memoria ovvero per scrivere nella stessa. Ai pin 2-12 fanno capo alcune linee di indirizzamento mentre ai pin 11-13 corrispondono alcune linee del bus dati. Ai pin 14 e 15 fa capo l'oscillatore interno che genera l'impulso di clock da cui dipen-

Il compito di amplificare e filtrare il debole segnale audio generato dal microfono interno è affidato ad un quadruplo operazionale (nella foto) di tipo LM324. La tensione negativa necessaria all'alimentazione di questo chip viene generata «on board».

6264

RAM statica 64K

UM5100

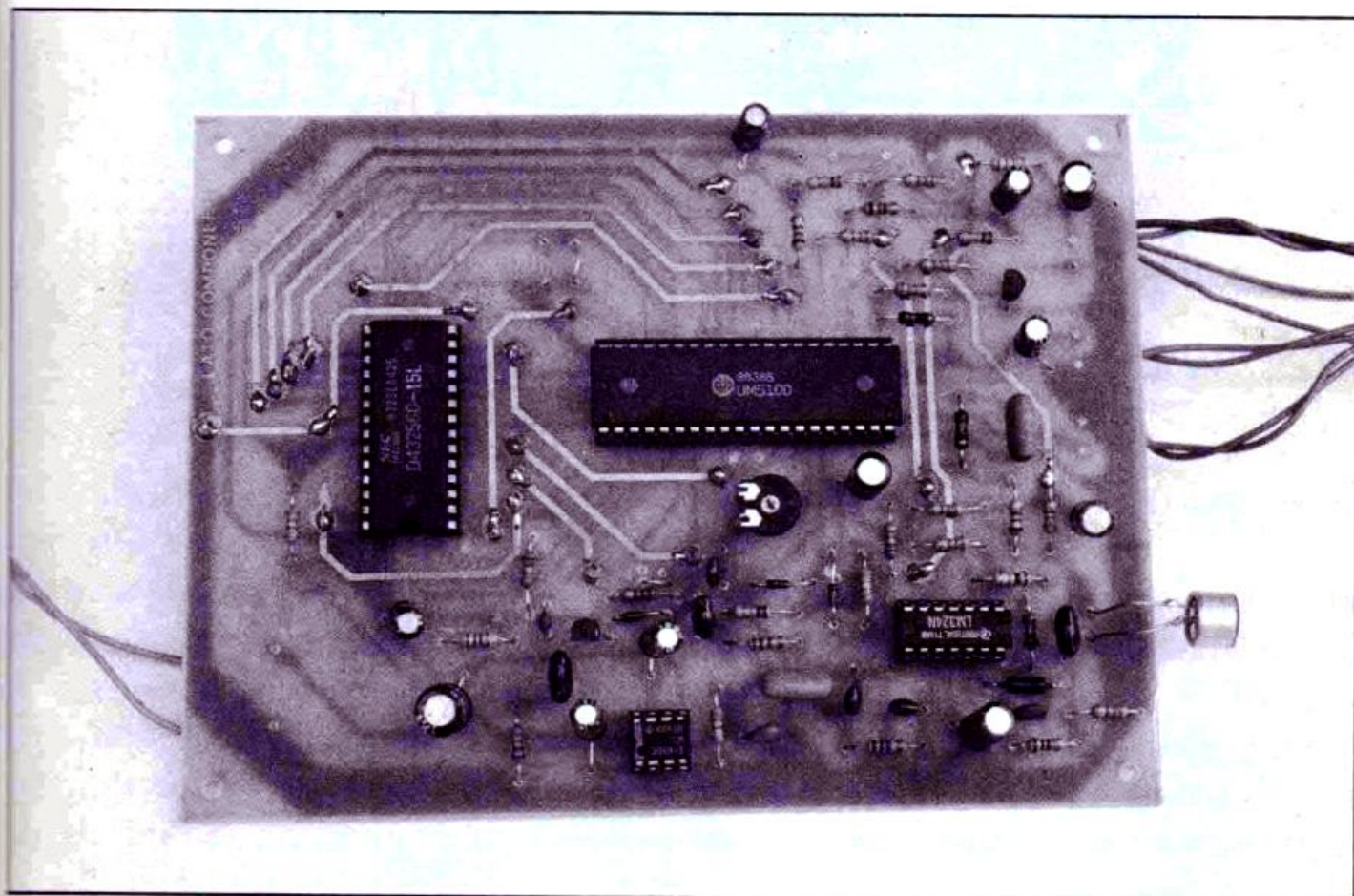
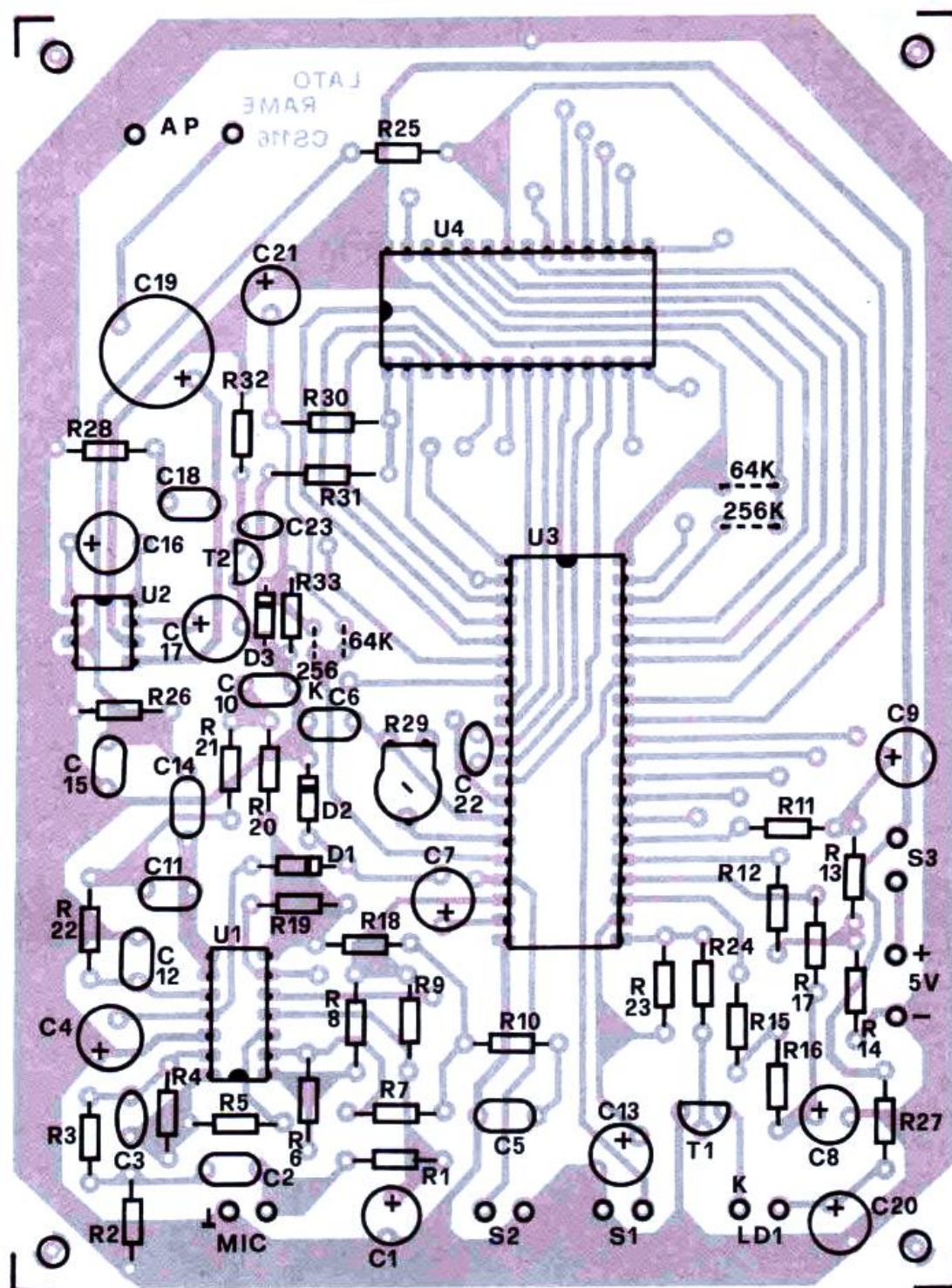
convertitore A/D e D/A

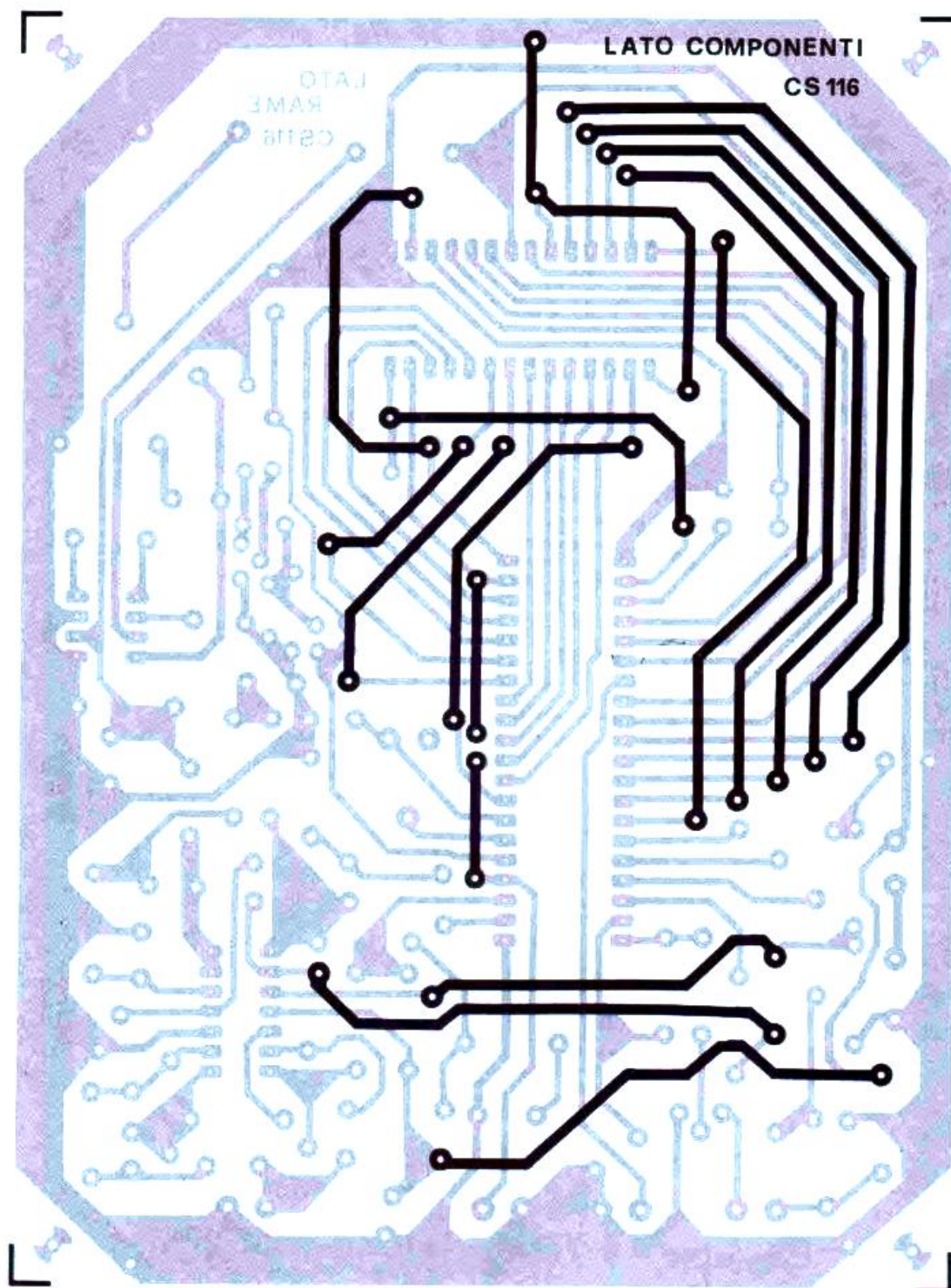
62256

RAM statica 256K

dono tutte le temporizzazioni.

Il clock presenta una frequenza quattro volte superiore al baud rate di lettura e scrittura; ciò significa che, ad esempio, per fare lavorare il dispositivo con il massimo baud rate possibile (28 Kbit) il clock deve presentare una frequenza di 112 KHz. Al piedino 16 fa capo il reset mentre tramite il pin 17 è possibile mandare in riproduzione («play») il dispositivo. Il terminale è attivo con un livello logico basso. Il pin 18 rappresenta l'ingresso di BF mentre sul pin 19 è presente una oscillazione che è possibile sfruttare per ricavare una tensione continua negativa.

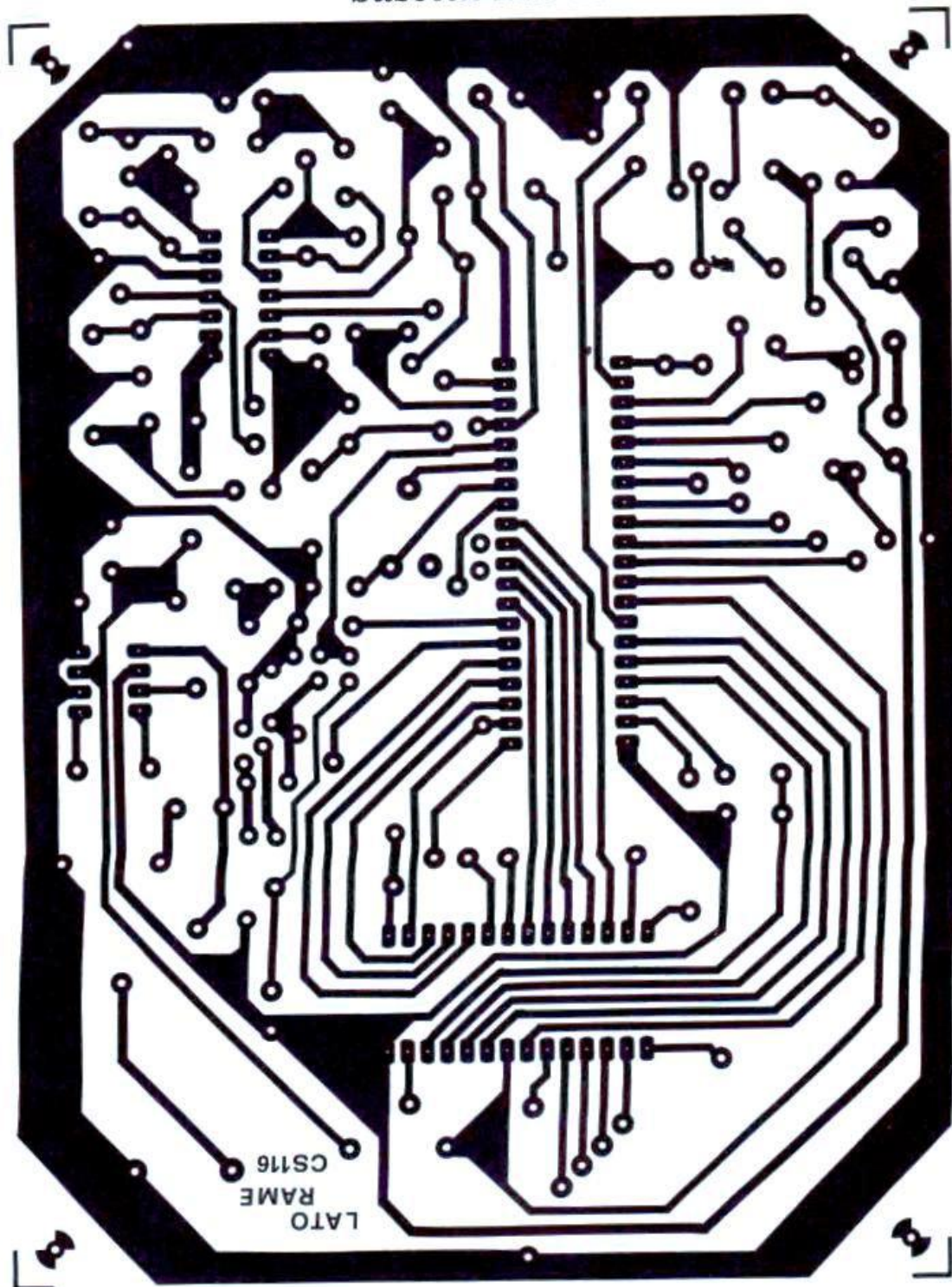
Con tale tensione è possibile (come avviene nel nostro prototipo) alimentare un amplificatore operazionale senza dover fare ricorso da una tensione negativa esterna. Il pin 20 va collegato a massa mentre i pin 21 e 22 generano un inviluppo simile a quello del segnale di bassa frequenza applicato all'ingresso.

I pin 23,24,25 e 26 rappresen-

COMPONENTI

R1 = 4,7 Kohm
R2,R8,R9,R12,R14,R15,R19
R24,R25,R26 = 47 Kohm
R3,R32 = 1 Kohm
R4 = 470 Kohm
R5,R7,R18,R30,R31,R33 = 10 Kohm
R6 = 220 Kohm
R10 = 270 Ohm
R11,R17 = 27 Kohm
R13,R16,R20 = 100 Kohm
R21,R22 = 12 Kohm
R23 = 2,7 Kohm
R27 = 220 Ohm
R28 = 10 Ohm
R29 = 47 Kohm trimmer
C1,C20 = 100 μF 16 VL
C2,C5,C18 = 47 nF
C3 = 470 pF
C4,C7 = 47 μF 16 VL
C6,C11,C12 = 4,7 nF
C8,C9,C13,C21 = 1 μF 16 VL
C10 = 33 nF
C14 = 10 nF
C15,C22,C23 = 1.000 pF
C16,C17 = 10 μF 16 VL

C19 = 220 μF 16 VL
D1,D2,D3 = 1N4148
LD1 = Led rosso
MIC = Microfono preamplificato
AP = 8 ohm
T1,T2 = BC237B
U1 = LM324
U2 = LM386
U3 = UM5100
U4 = RAM 6264 o 62256
P1,P2 = Pulsanti N.A.
Val = 5 volt

Varie: 1 zoccolo 4+4,
1 zoccolo 7+7,
1 zoccolo 20+20,
1 zoccolo 14+14,
1 CS cod. 116.

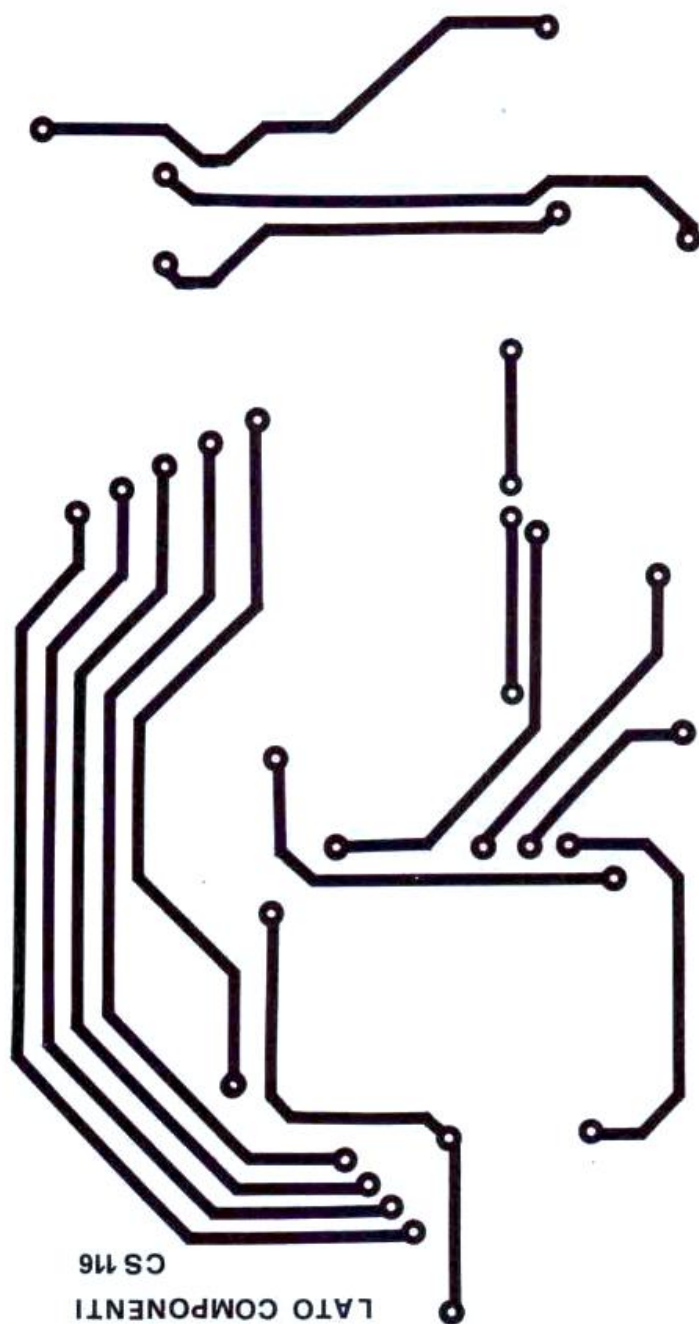
PER IL KIT
VEDI A PAG. 127

basetta lato rame

tano le uscite del convertitore digitale/analogico. Ai pin 27-31 fanno capo le restanti linee del bus dati mentre il pin 32 genera l'impulso di READ il quale pilota direttamente (in riproduzione) l'OE della memoria. In pratica questo impulso consente di «leggere» la memoria. Il pin 33 corrisponde all'indirizzo A10 mentre al terminale 34 corrisponde il controllo di «record».

Mandando bassa questa linea l'integrato inizia a leggere in sequenza tutte le locazioni della memoria. I pin dal 35 al 39 controllano i restanti indirizzi mentre al pin 40 deve essere applicata la tensione nominale di alimentazione di 5 volt anche se l'integrato è in grado di funzionare correttamente con tensioni continue comprese tra 3 e 6 volt. A riposo l'integrato assorbe una corrente trascurabile, dell'ordine di 1 μA.

INTORNO ALL'INTEGRATO

Da quanto appena esposto, è evidente che il circuito esterno non può che ridursi a ben poca cosa. Oltre alla memoria è neces-

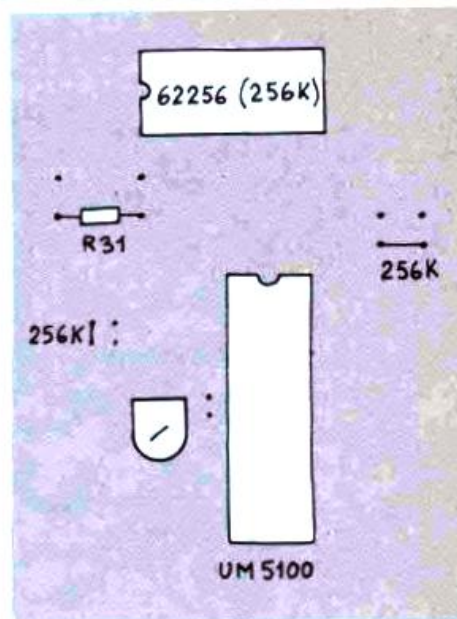
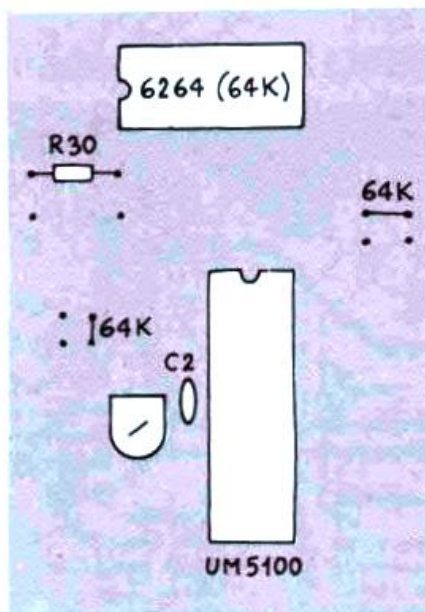
basetta lato componenti

Per il montaggio del registratore digitale abbiamo fatto uso di una basetta stampata a doppia faccia ovvero con piste ramate da entrambi i lati. Tuttavia, per consentire a chiunque di realizzare in casa tale piastra, non abbiamo previsto l'impiego di fori passanti metallizzati. Per collegare elettricamente i due lati della basetta bisogna perciò fare ricorso a degli spezzoni di conduttore da inserire nei fori passanti e da saldare sia dal lato rame che dal lato componenti. Questa operazione è resa ancora più semplice dal limitato numero di collegamenti passanti e dal fatto che questi non interessano i terminali degli integrati. Al limite è anche possibile fare ricorso ad una basetta monorame; in questo caso i collegamenti affidati alle piste presenti sul lato componenti potranno essere realizzati sotto la piastra mediante una decina di spezzoni di filo elettrico. La basetta da noi messa a disposizione (cod. 116, lire 25.000) è del primo tipo ovvero è ramata da entrambi i lati.

sario infatti uno stadio di preamplificazione con filtro passa-banda nella sezione di ingresso ed un analogo filtro passabanda ed un amplificatore di potenza nella sezione di uscita.

Nel circuito da noi messo a punto abbiamo previsto la possibilità di utilizzare RAM statiche da 64K o da 256K. Questi due integrati sono tra loro compatibili pin-to-pin a meno degli indirizzi A13 e A14 che, nella versione a 64K, ovviamente non esistono. Come si vede nello schema, il bus dati dell'UM5100 è direttamente collegato a quello della memoria così come le linee di indirizzamento. Anche il WR e il RD dei due chip sono direttamente connessi tra loro. L'impulso di reset, che deve essere inviato all'UM5100 alla fine della registrazione, viene generato in maniera differente a seconda del tipo di memoria utilizzata.

L'impulso di reset azzera tutti i contatori di U3 ma non influisce sul contenuto dei dati registrati nella RAM. Utilizzando una 64K, l'impulso viene ottenuto sfruttando il fronte di salita del segnale presente sull'indirizzo

QUALE RAM

La basetta è stata studiata per poter accogliere RAM statiche da 64K (6264) o da 256K (62256). A seconda del tipo di memoria utilizzato, bisogna effettuare alcuni ponticelli e montare o eliminare determinati componenti. I disegni chiariscono quali ponticelli vanno realizzati nei due casi e quali componenti bisogna utilizzare. In particolare nel caso venga utilizzata una 64K è necessario montare R30 e C2 mentre non va inserita R31; ovviamente facendo ricorso ad una 256K non bisogna montare C2 e R30 ma bensì solamente R31.

A14 tramite R30 e C21. In questo caso abbiamo previsto l'impiego di un condensatore (C23) che manda automaticamente in riproduzione il dispositivo al termine del ciclo di registrazione. Ovviamente questo condensatore potrà essere eliminato senza che ciò determini alcuna anomalia nel funzionamento del dispositivo.

Nel caso venga utilizzata una 256K, l'impulso di reset viene ottenuto dal fronte di discesa dell'indirizzo A14. A ciò provvede la rete che fa capo al transistor T2. Il pin 26 della memoria (a cui fa capo l'indirizzo A13 nel caso di una 256K e il CS nel caso di una 64K) deve essere collegato al positivo nel secondo caso ed al corrispondente indirizzo dell'UM5100 nella prima ipotesi. Ai pulsanti S1 e S2 è affidato il compito di mandare in registrazione o in riproduzione il nostro registratore allo stato solido.

IL TEMPO DISPONIBILE

Mediante il trimmer R29 è possibile controllare la frequenza di clock e quindi, come ampiamente spiegato in precedenza, la durata del tempo di registrazione.

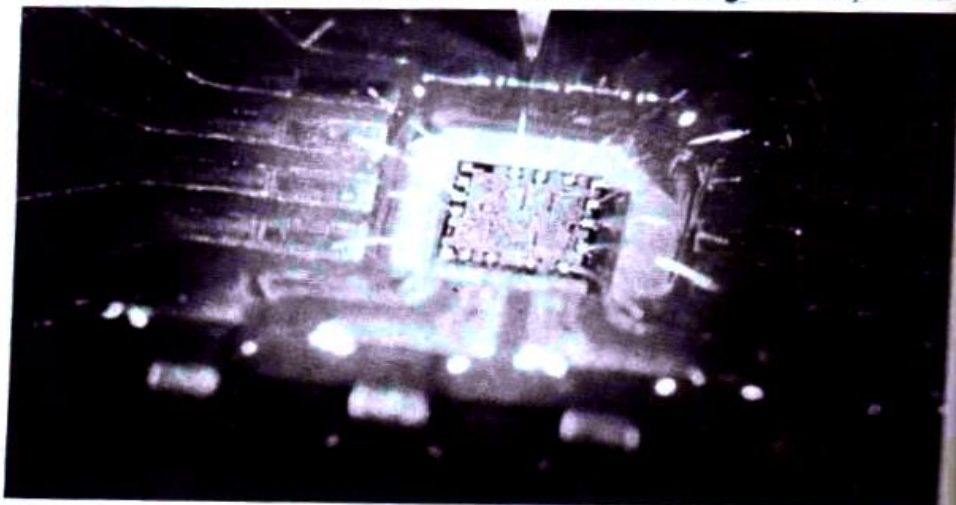
Il led LD1 risulta attivo durante tutta la fase di registrazione; questo elemento ci segnala non solo la fine di tale ciclo ma anche se il livello del segnale audio è corretto o meno. Il led viene infatti modulato dall'ampiezza del segnale di bassa frequenza.

Nel nostro caso il segnale audio viene captato da una piccola capsula preamplificata collegata all'ingresso invertente del primo dei quattro operazionali contenuti in U1. Per funzionare correttamente questo integrato deve essere alimentato con una tensione duale di 5 volt. Per evitare di fare ricorso ad una sorgente negativa esterna, la tensione a —5 volt viene generata a partire dall'oscillazione presente sul pin 19.

Il segnale viene raddrizzato dai diodi D1 e D2 e filtrato dal condensatore C4. La corrente generata da questo stadio (qualche milliampere) è più che sufficiente per alimentare l'integrato. Il primo operazionale guadagna circa 35 dB; i condensatori C2 e C3 limitano la banda passante contribuendo così a ridurre la distorsione dovuta alla conversione.

Dall'uscita del secondo operazionale il segnale audio viene applicato al pin 18 che rappresenta, appunto, l'ingresso di BF dell'UM5100. Sul pin 23 è presente, durante la riproduzione, il segnale audio di uscita mentre sul piedino 25 è presente lo stesso segnale sfasato di 180 gradi. Al pin 24 e 26 fanno capo due uscite ausiliarie i cui segnali sono anch'essi sfasati di 180 gradi tra loro. Il segnale audio viene amplificato dall'operazionale U1c ed inviato ad una rete RC che ha il compito di limitare la banda passante eliminando il rumore di conversione.

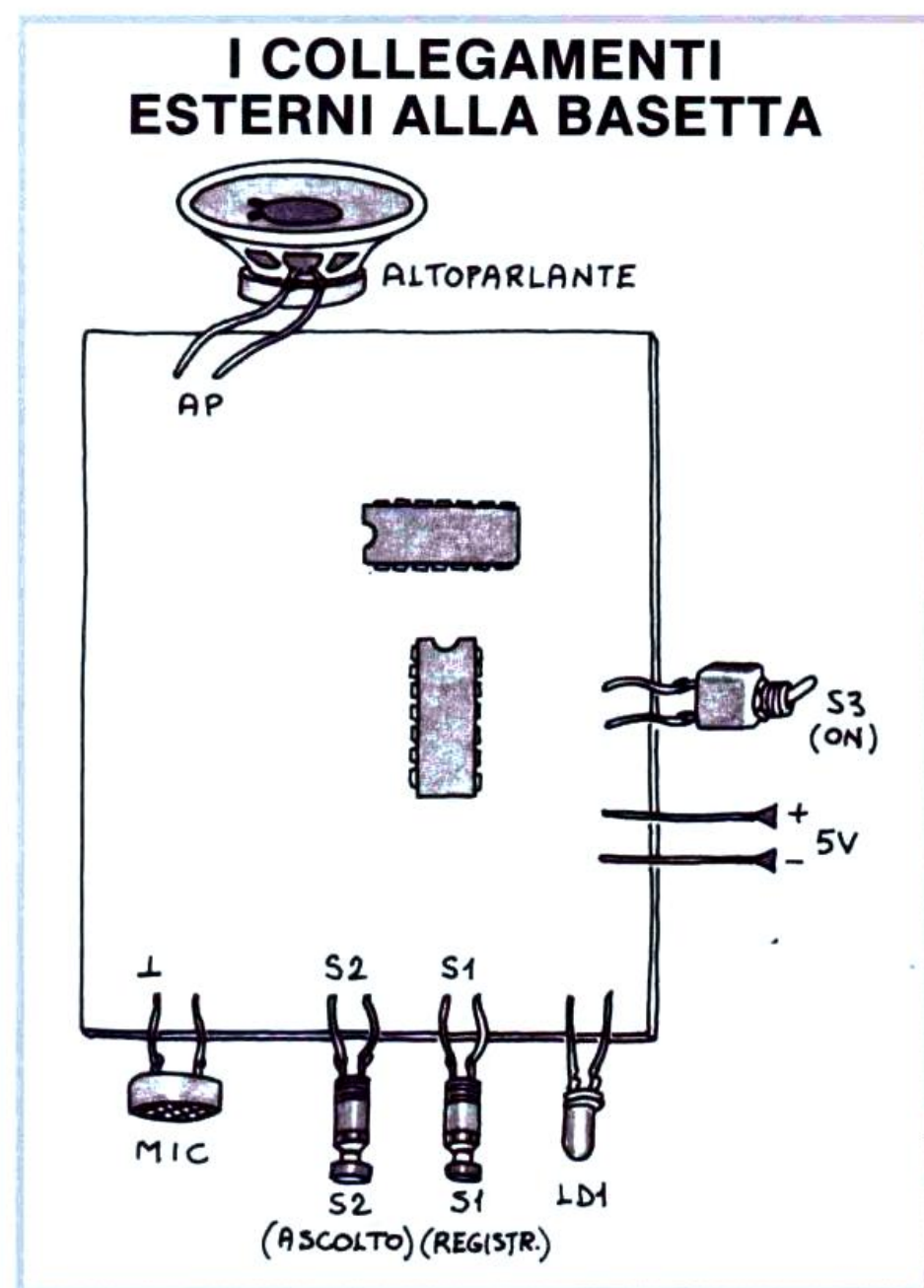
Tale sezione fa capo al quarto operazionale utilizzato come buffer. L'amplificazione in potenza è affidata all'integrato U2, un co-

mune LM386 in grado di fornire in uscita circa mezzo watt su un carico di 8 ohm. Il segnale presente all'uscita di questo stadio pilota l'altoparlante AP.

IL CIRCUITO IN PRATICA

La realizzazione pratica di questo dispositivo non comporta alcuna difficoltà: il circuito non è per niente critico e non necessita di alcuna particolare taratura se si esclude la regolazione del baud rate. Per il montaggio del nostro prototipo abbiamo fatto uso di una basetta a doppia faccia con fori passanti non metallizzati. Una basetta di questo genere può essere facilmente realizzata da chiunque senza dover fare ricorso a costosi impianti galvanici indispensabili per la metallizzazione dei fori.

Per collegare tra loro le piste dei due lati è sufficiente fare ricorso a degli spezzoni di conduttore che, ovviamente, dovranno essere saldati sia dal lato componenti che dal lato saldature.

In considerazione dell'esiguo numero di piste presenti sul lato componenti, è anche possibile fare ricorso ad una basetta monorame; i collegamenti affidati nella nostra piastra alle piste presenti sul lato componenti potranno essere realizzati sotto la basetta con degli spezzoni di conduttore. Ad ogni buon conto, quanti non sono in grado di autocostruire la basetta potranno richiederla alla ditta Futura Elettronica (C.P. 11, 20025 Legnano) la quale dispone anche della scatola di montaggio completa del registratore digitale.

Per il montaggio degli integrati (visto il costo della RAM e dell'UM5100) è consigliabile fare ricorso agli appositi zoccoli. Come prima cosa bisogna realizzare i ponticelli relativi al circuito di reset. I disegni chiariscono quali ponticelli vanno realizzati nei due casi e quali componenti vanno inseriti sulla piastra. In particolare nel caso venga utilizzata una 64 K dovrete montare R30 e C2 mentre non dovrete inserire R31; ovviamente facendo uso di una 256K dovrete montare R31 ma non R30 e C2.

Inserite quindi e saldate tutti gli altri componenti facendo attenzione al corretto orientamento degli elementi polarizzati.

QUALI COLLEGAMENTI

Ultimato il montaggio della piastra non resta che collegare i due pulsanti, l'altoparlante, il microfono ed il led. Se non disponete di un alimentatore in grado di erogare i 5 volt necessari ad alimentare il circuito potrete utilizzare una comune pila piatta da 4,5 volt.

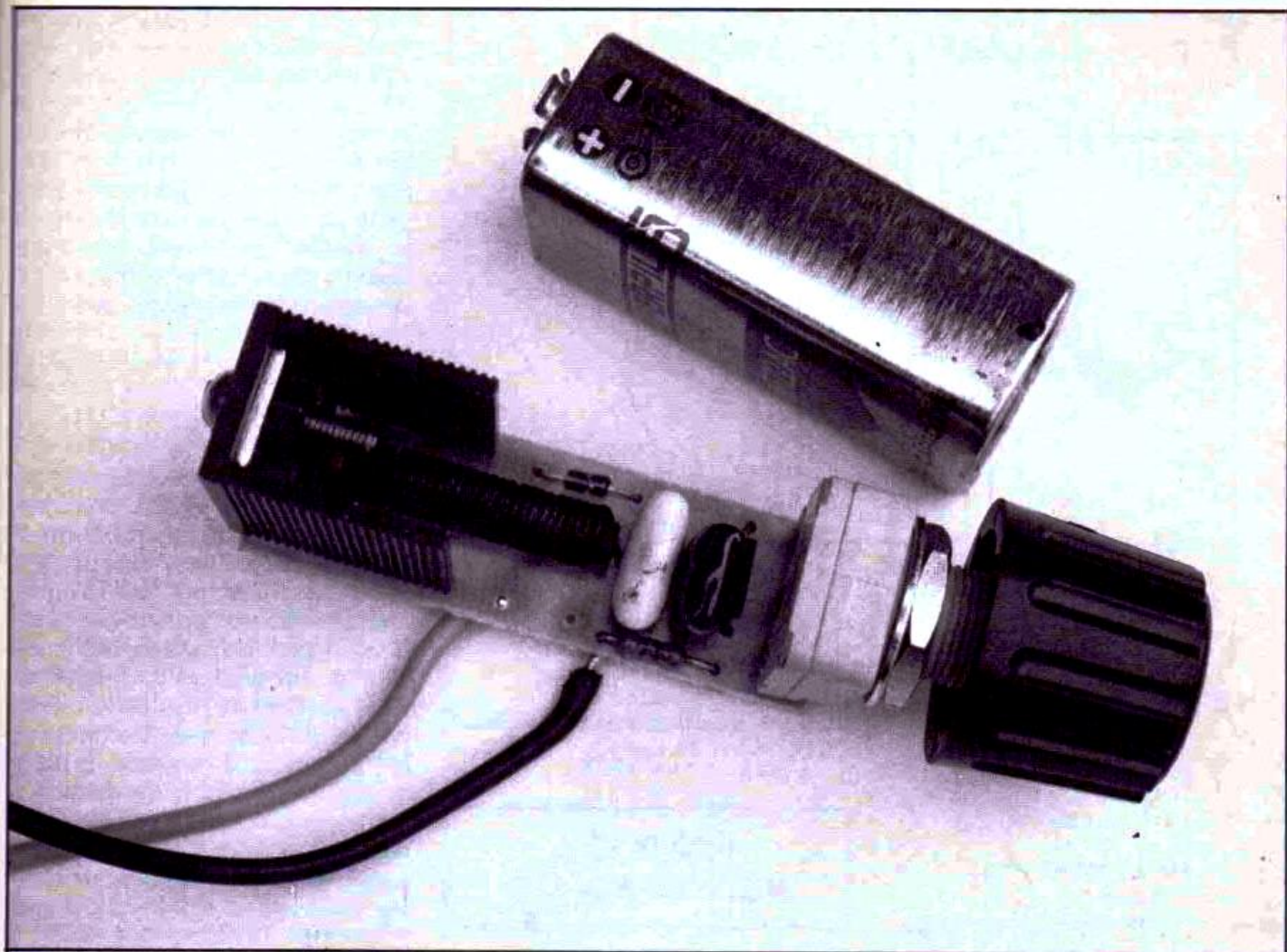
Prima di dare tensione ricontrollate per scrupolo il montaggio. Se tutto è a posto portate il trimmer R29 in posizione intermedia, collegate la batteria e premete il pulsante S1 (REC). A questo punto il led deve illuminarsi; noterete che la sua luminosità dipende dall'ampiezza del segnale audio captato dal microfono.

Al termine del ciclo di registrazione il led deve spegnersi.

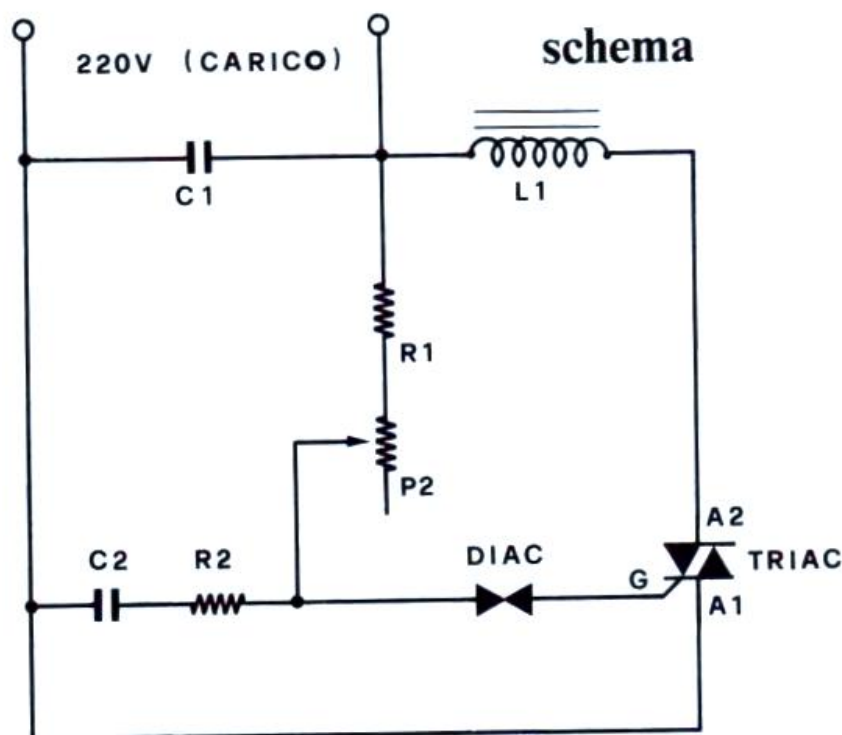
Premendo il pulsante S2 la frase appena registrata verrà riprodotta dall'altoparlante. Se la qualità della registrazione non vi soddisfa ritoccate il trimmer R29 sino ad ottenere il miglior compromesso tra la durata della registrazione e la qualità del segnale audio.

LIGHT

MINI DIMMER

SOSTITUIAMO L'INTERRUTTORE CON UN DISPOSITIVO IN GRADO DI REGOLARE LA LUMINOSITÀ DI QUALSIASI LAMPADA. IL CIRCUITO PUÒ PILOTARE CARICHI DI OLTRE 1000 WATT.

Avete mai pensato di sostituire uno o più interruttori che controllano lampade e lampadari con un dimmer, con un circuito cioè in grado di controllarne la luminosità? L'impiego di un regolatore consente di adattare l'intensità luminosa a quelle che sono le reali esigenze. Non sempre infatti è necessario avere la massima luminosità; pensate, ad esempio, ad una cena intima a due ed a come sia fuori luogo un lampadario particolarmente luminoso.

Per creare una certa... atmosfera le luci debbono essere soffuse, tenui, quasi spente. Oltre che in questo genere di occasioni, un regolatore di luminosità può essere molto utile in tantissimi altri casi contribuendo, con la possibilità di scegliere la giusta luminosità, a non affaticare eccessivamente la vista. Questo genere di dispositivi può essere collegata a qualsiasi lampada non fluorescente: ad incandescenza, alogena, eccetera.

I migliori risultati si ottengono con le lampade alogene in quanto

COMPONENTI

R1 = 4,7 Kohm
R2 = 100 Ohm
P1 = 470 Kohm pot. lin.
C1 = 33 nF 250 VL
C2 = 100 nF 250 VL
L1 = vedi testo
TRIAC = 400V-16A
DIAC = 32/40 volt
Varie: 1 dissipatore per TO-220, 1 CS95.

PER IL KIT VEDI A PAG. 127

la lunghezza d'onda della radiazione luminosa emessa da questo genere di dispositivi non viene influenzata dalla tensione di alimentazione che viceversa agisce sulla intensità. In altre parole la luce emessa resta sempre dello stesso colore anche se la luminosità diminuisce notevolmente per effetto della minore ampiezza della tensione di alimentazione.

Nelle lampadine ad incandescenza, invece, un abbassamento della tensione di alimentazione provoca, oltre ad una riduzione della luminosità, anche una notevole variazione della lunghezza d'onda della radiazione. Da bianca la luce diventa così gialla e poi rossiccia. È questo il motivo per cui spesso i bulbi delle lampade ad incandescenza controllate dai dimmer sono colorate. Questo espediente elimina l'inconveniente appena descritto.

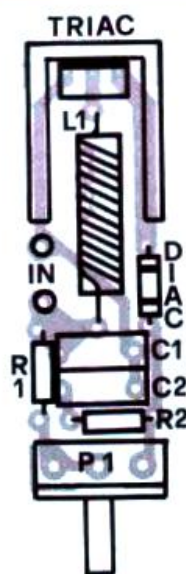
SOLO DUE TERMINALI

Il nostro circuito, rispetto ad altri progetti del genere presentati in passato, può sostituire direttamente un qualsiasi interruttore. Il dimmer dispone infatti solamente di due terminali che prendono il posto di quelli dell'interruttore. Proprio per questo motivo il nostro circuito, oltre a consentire di variare con continuità la luminosità, è in grado di mantenere completamente spenta o accesa la lampada. Le ridotte dimensioni, di poco superiori a quelle di un interruttore ad incasso, consentono di sostituire agevolmente l'interruttore con il dimmer.

Il prototipo da noi realizzato utilizza un TRIAC da 16 ampere che è in grado di controllare un carico di oltre 1.000 watt. Oltre non è possibile andare non tanto per la massima corrente di lavoro del TRIAC quanto per l'impossibilità di dissipare il calore prodotto dal diodo controllato.

Diamo dunque un'occhiata allo schema elettrico che, come si vede, è quanto di più semplice si possa immaginare. Oltre al TRIAC il dimmer utilizza due resistenze, due condensatori un potenziometro e una induttanza. Il circuito si comporta come un interruttore che viene acceso e spento tante volte quante sono le semionde della tensione alternata di ingresso. A seconda del ritardo (rispetto al passaggio per lo zero della sinusoide) con cui viene innescato il TRIAC, si ottiene una minore o maggiore luminosità.

Se, ad esempio, il TRIAC innesca dopo 1 mS, per i restanti 9 mS (la semionda ha una durata di 10 mS) il circuito si comporterà co-

me un interruttore aperto e la luminosità sarà massima. Se invece il TRIAC entrerà in funzione dopo 5 mS otterremo una luminosità intermedia e così via. Il ritardo nell'innesco dipende dai valori della rete RC composta da C2 e da R2+P2+R1 nonché dalla tensione di lavoro del DIAC.

Quando la tensione presente ai capi di C2 supera la tensione nominale del DIAC (nel nostro caso 32 volt), il TRIAC entra in conduzione. È evidente che il tempo necessario a C2 per raggiungere questa tensione dipende dai valori delle resistenze. Regolando P1 è possibile agire su questa costante di tempo e quindi, in ultima analisi, sulla luminosità del carico connesso in serie al dimmer. La bobina L1 limita i disturbi in rete dovuti alla brusca entrata in conduzione del TRIAC; questo elemento infatti entra in conduzione e si spegne 100 volte al secondo.

È come se noi accendessimo e spegnessimo cento volte un interruttore durante un secondo. Provate ad immaginare quanti e quali disturbi ciò provocherebbe! La bobina L1 è l'unico elemento da autocostruire. Essa è composta da una trentina di spire di filo di rame smaltato avvolte attorno ad un nucleo in ferrite del diametro di 6/8 millimetri e della lunghezza di due/tre centimetri. Il filo smaltato deve presentare un diametro di almeno 1 millimetro in quanto attraverso l'induttanza possono circolare correnti dell'ordine di 4/5 ampere. Gli altri componenti sono invece tutti facilmente reperibili in commercio.

COME SI COLLEGA

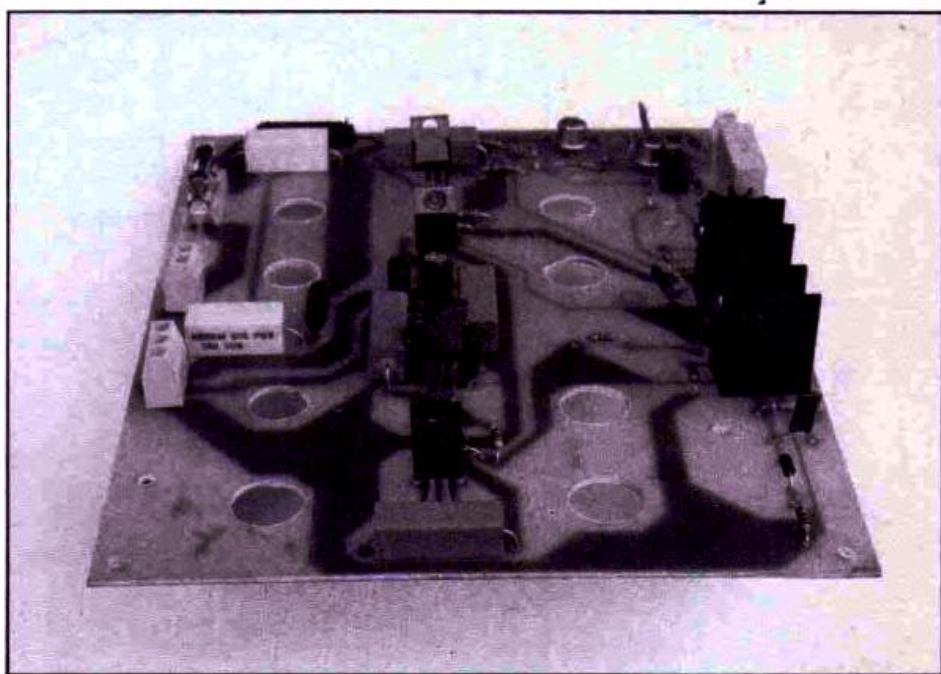
DIMMER
DIMMER
CARICO/RETE
INTERRUTTORE
CARICO/RETE
INTERRUTTORE
220V
INTERR.
CARICO
220V
DIMMER
CARICO

Per verificare il funzionamento del circuito non resta ora che ruotare il potenziometro. La luminosità deve variare dolcemente tra il valore minimo e quello massimo; a tale proposito verificate attentamente che, con il potenziometro tutto ruotato da un lato, la lampadina resti completamente spenta!

MEGLIO UN DISSIPATORE

Al fine di evitare un surriscaldamento del TRIAC, specie quando il dimmer controlla carichi elevati, è consigliabile fissare al diodo controllato un piccolo dissipatore di calore. Per la sostituzione dell'interruttore (vedi anche le illustrazioni) è sufficiente staccare i due file che vanno all'interruttore e collegarli agli unici due reofori liberi presenti sulla basetta.

AMPLI MOSFET 100/200 W

FINALMENTE UN ENTUSIASMANTE AMPLIFICATORE A MOSFET DI SICURO FUNZIONAMENTO, COSTO CONTENUTO E PRESTAZIONI SUPERLATIVE. DISPONIBILE SIA NELLA VERSIONE A 100 CHE IN QUELLA A 200 WATT

Quasi tutti gli amplificatori di potenza di una certa classe utilizzano stadi finali a MOSFET. Questa scelta è giustificata dalle prestazioni che tali dispositivi sono in grado di offrire in fatto di pulizia e di calore del suono, ovvero per la loro particolare timbrica che li rende inconfondibili e che si avvicina molto a quella dei vecchi amplificatori valvolari. Non che gli amplificatori con transistor bipolari siano da buttare: tutt'altro.

Ma all'orecchio allenato dell'audiofilo questa sottile differenza non può sfuggire ed è per questa differenza che molti appassionati sono disposti a spendere molto di più per un finale a MOSFET. Come sempre accade, infatti, anche in questo caso c'è il rovescio della medaglia che, guardacaso, è rappresentato proprio nell'elevato costo dei dispositivi di potenza a MOSFET. A ciò bisogna aggiungere, nel caso si intenda

autocostruire l'amplificatore, la scarsa reperibilità dei transistor ed anche problemi pratici di montaggio di una certa rilevanza, come possono testimoniare quanti in passato hanno cercato di realizzare apparecchiature di questo tipo.

Non a caso al tecnico che si occupa della consulenza telefonica il giovedì pomeriggio viene spesso chiesto dove poter acquistare questa o quell'altra coppia di finali a MOSFET, segno questo che moltissimi nostri lettori sono interessati a questo tipo di circuiti. Anche molte delle (invero poche) proteste che giungono in redazione riguardano i prezzi praticati dai rivenditori per questo genere di finali. Mediamente una coppia necessaria per realizzare un amplificatore da 100 watt viene venduta tra le 30 e le 45 mila lire, prezzi decisamente alla portata di poche borse.

Per dare a tutti la possibilità di realizzare una apparecchiatura di questo genere, circa un anno fa abbiamo deciso di mettere in cantiere un progetto che, nei limiti del possibile, eliminasse tutti i problemi legati alla costruzione di un finale di questo tipo. Il lavoro è stato molto più impegnativo del previsto per i motivi che esporremo in seguito ma i risultati ottenuti sono sinceramente entusiasmanti. Ecco dunque il progetto del finale a MOSFET tanto atteso da moltissimi nostri lettori.

La potenza massima ammonta a 200 watt RMS ma è possibile realizzare una versione meno potente semplicemente eliminando una coppia di finali. In questo caso la potenza di uscita è di circa

Il circuito con due mosfet, il primo a canale N, il secondo a canale P, facilmente reperibili ovunque in Italia.

100 watt. Per alimentare il finale è possibile utilizzare l'alimentatore da 300 watt descritto sul fascicolo di ottobre 1988. Con tale circuito potranno essere alimentati due moduli da 100 watt oppure un modulo da 200 watt.

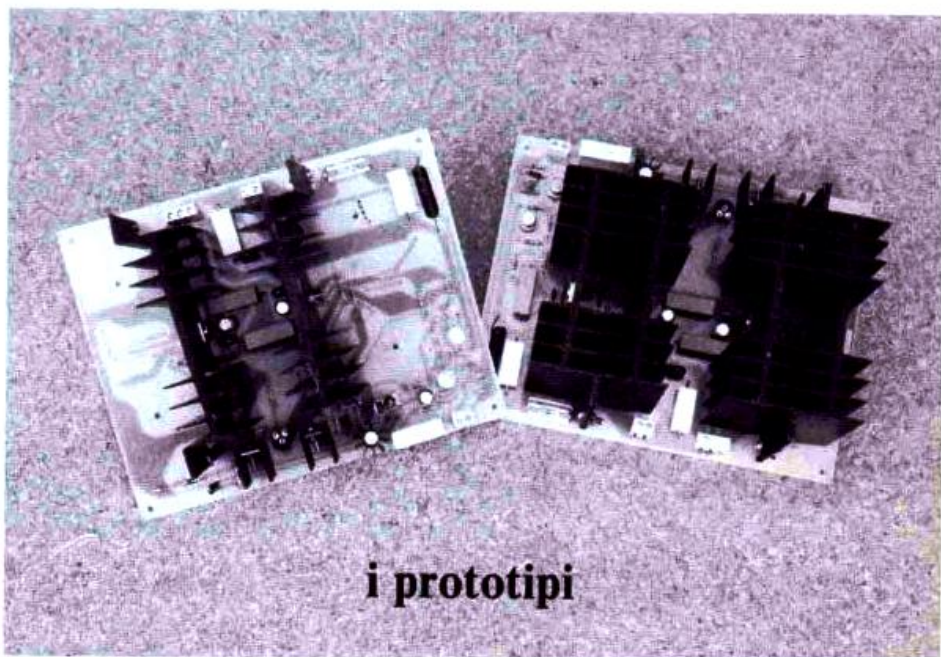
Per realizzare l'amplificatore abbiamo utilizzato due coppie di MOSFET tipo IRF630 e IRF9630, il primo a canale N, il secondo a canale P. Si tratta di componenti che vengono prodotti da più case e proprio per questo motivo risultano più facilmente reperibili dei più noti (e più costosi) finali prodotti dalla Hitachi (quelli della serie 2SJ e 2SK tanto per intenderci). I finali impiegati in questo circuito sono in grado di reggere una tensione drain-source di 200 volt con una corrente di circa 7 ampere ed ogni elemento è in grado di dissipare una potenza di 75 watt.

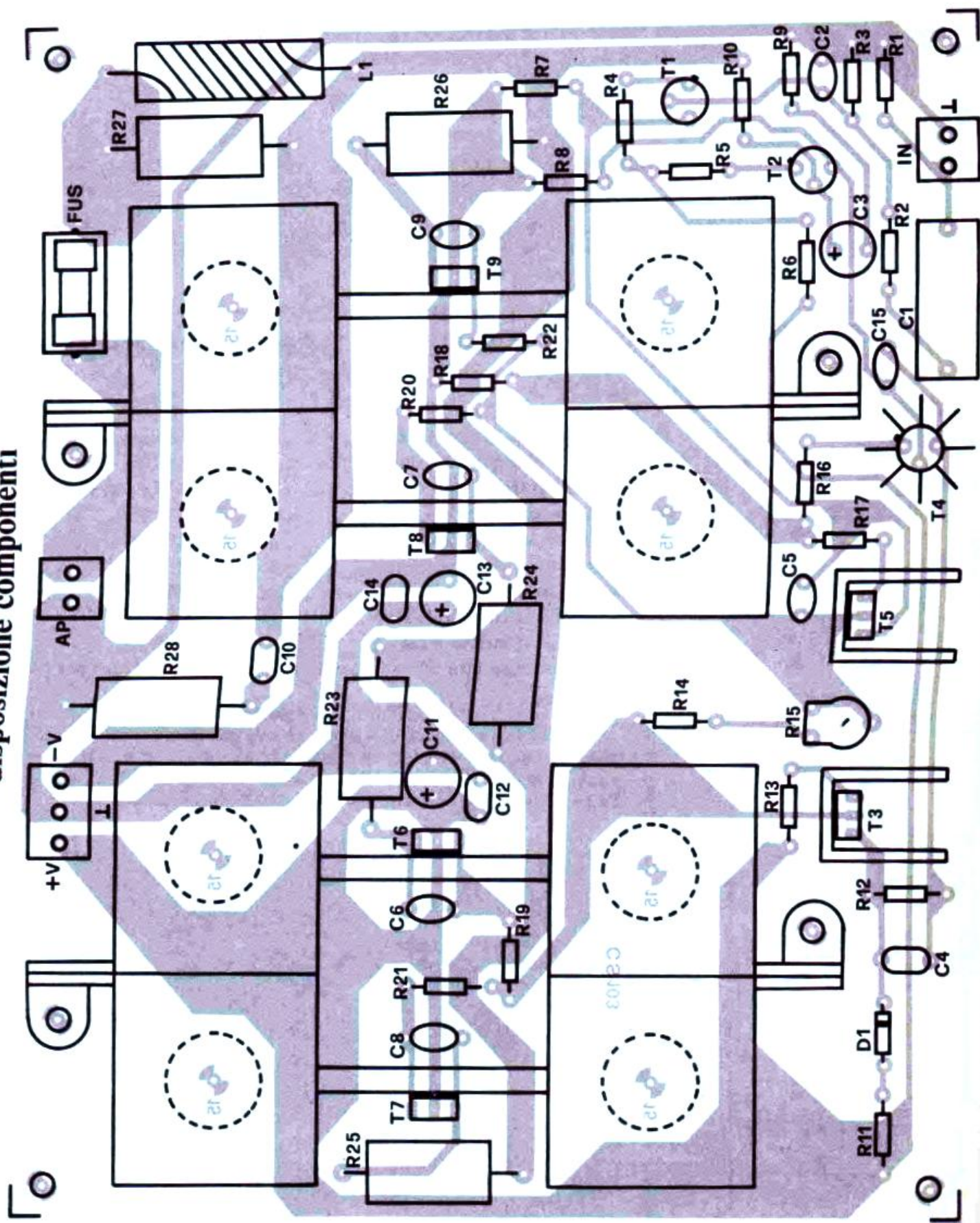
La particolare timbrica dei MOSFET è dovuta essenzialmente alla curva di saturazione ed alla banda passante molto ampia che consente di riprodurre fedelmente anche le frequenze più alte. Quando i MOSFET vanno in saturazione il segnale non viene squadrato bruscamente e la forma d'onda d'uscita risulta più simile ad una sinusoide che ad un'onda quadra. Anche in questo caso il comportamento dei MOSFET è molto simile a quello dei triodi.

Ricordiamo che, come i tubi a vuoto, i MOSFET, ed in generale tutti i transistor ad effetto di campo, sono controllati in tensione e la loro resistenza d'ingresso presenta valori elevatissimi, dell'ordine di decine di Mohm. Questo fatto, come vedremo me-

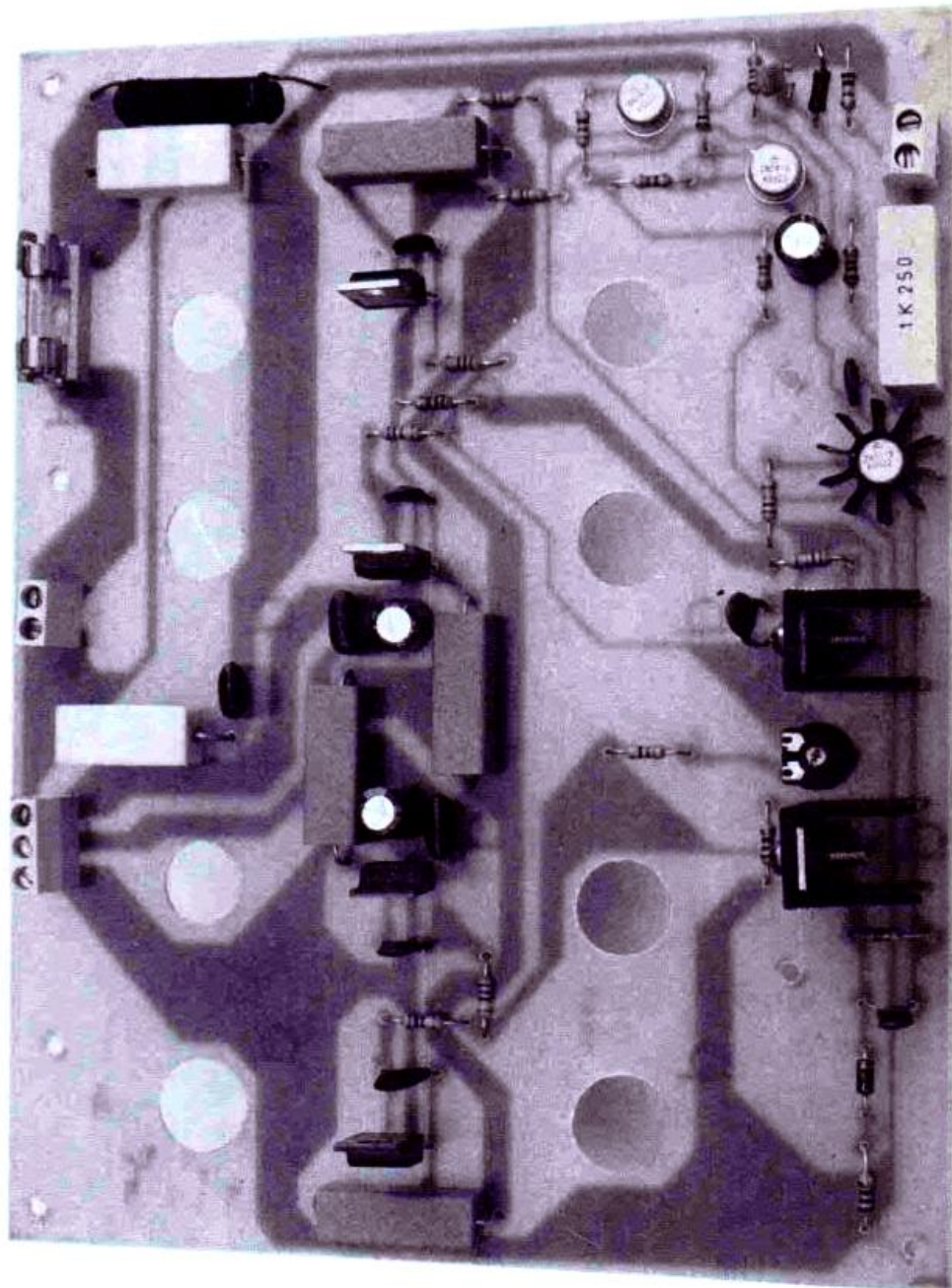
CARATTERISTICHE TECNICHE (versione 200 watt)

Potenza di uscita su 4 ohm	**200 watt RMS**
Potenza di uscita su 8 ohm	**120 watt RMS**
Banda passante	**10 Hz - 80 KHz**
Distorsione a 1 KHz	**0.01 %**
Sensibilità di ingresso	**300 mV**
Rapporto S/N	**105 dB**
Tempo di salita	**20V/µS**
Tensione di alimentazione	**±42 volt**
Corrente assorbita a riposo	**15 mA**
Corrente assorbita alla max potenza	**3,5 ampere per ramo**

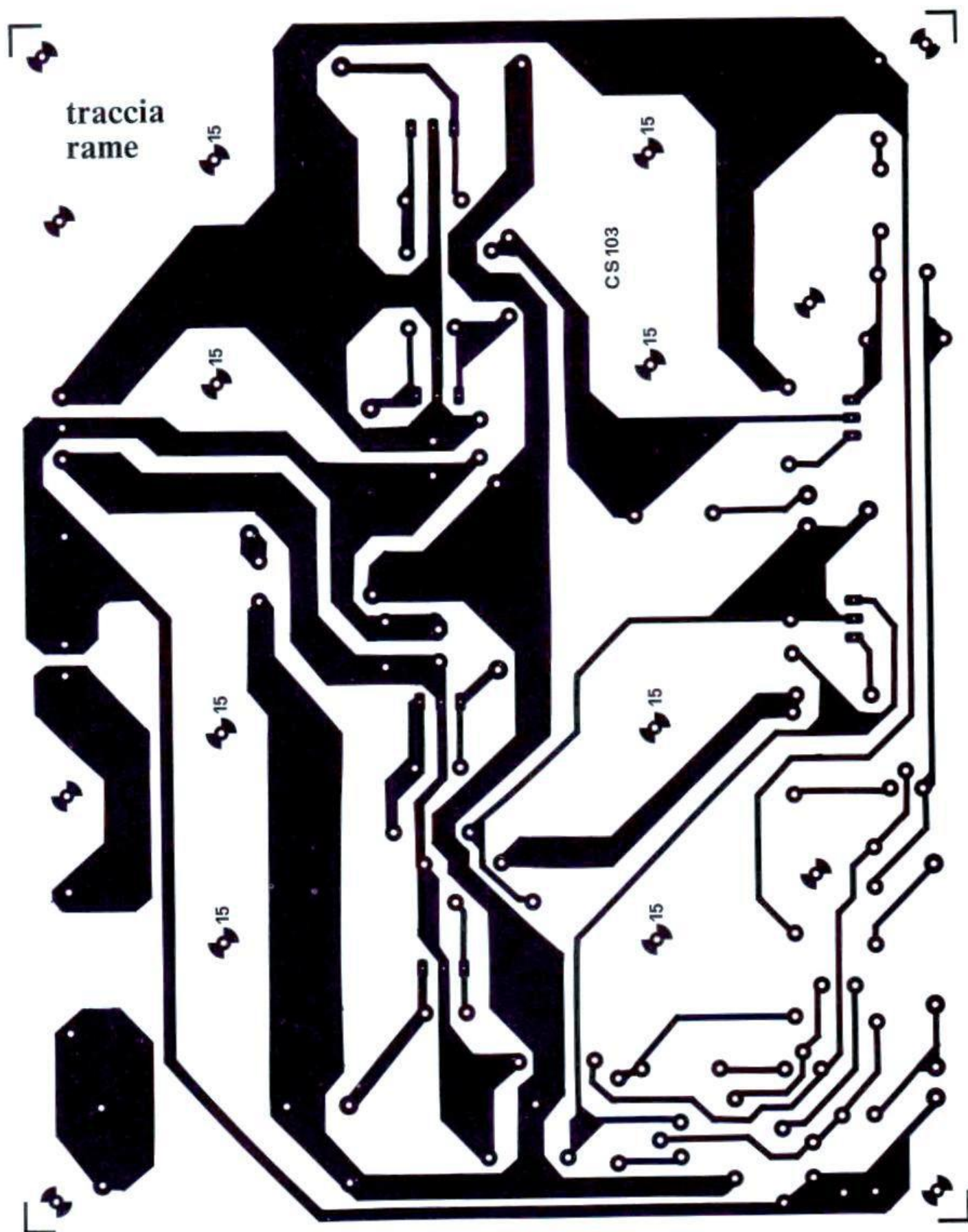
La versione a potenza ridotta è in grado di erogare una potenza di 100 watt RMS su un carico di 4 ohm con una tensione di alimentazione di 36+36 volt; per ottenere la stessa potenza anche con un carico di 8 ohm è invece necessario alimentare il circuito con una tensione di 42+42 volt. Tutte le altre caratteristiche sono identiche.

i prototipi

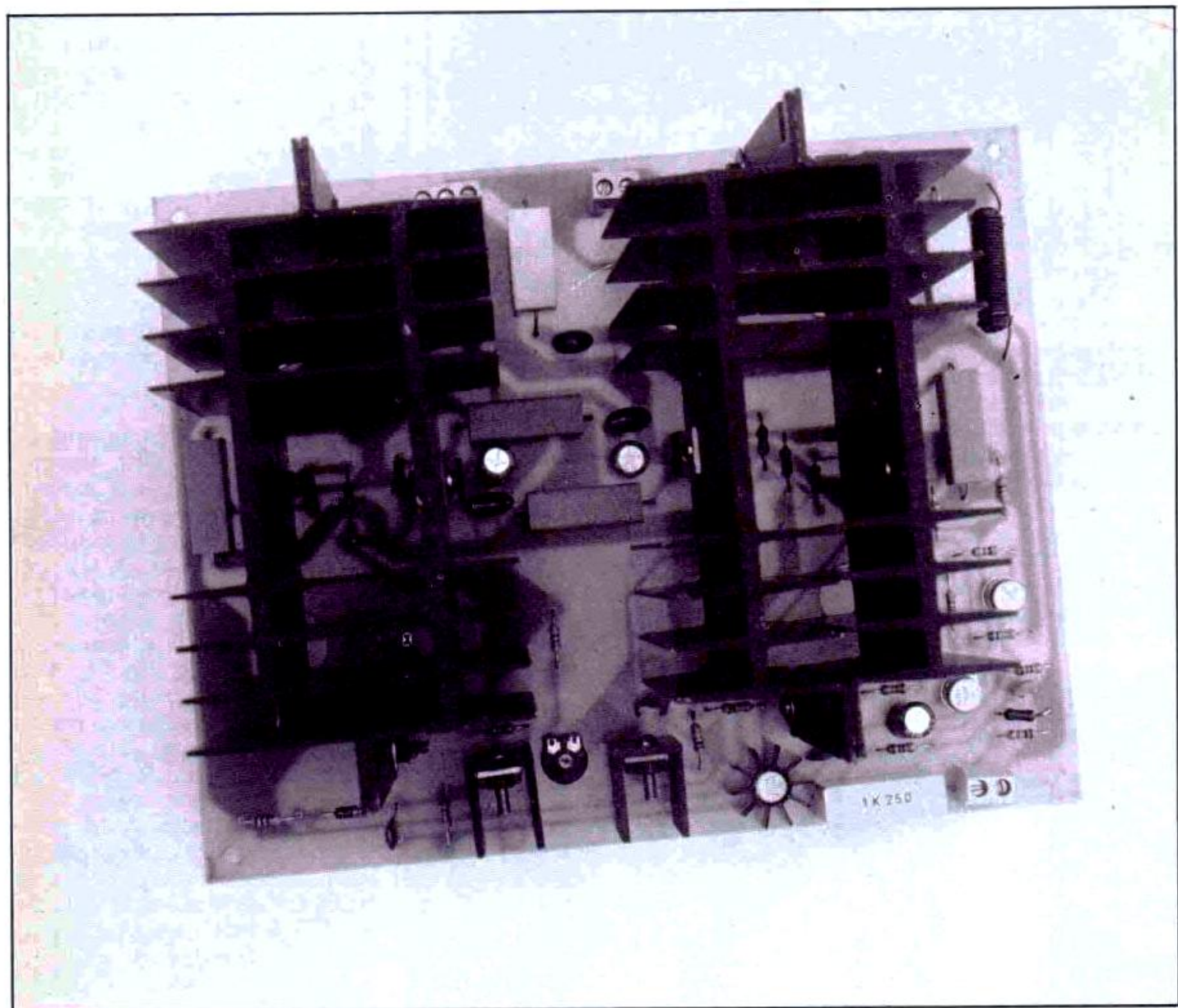
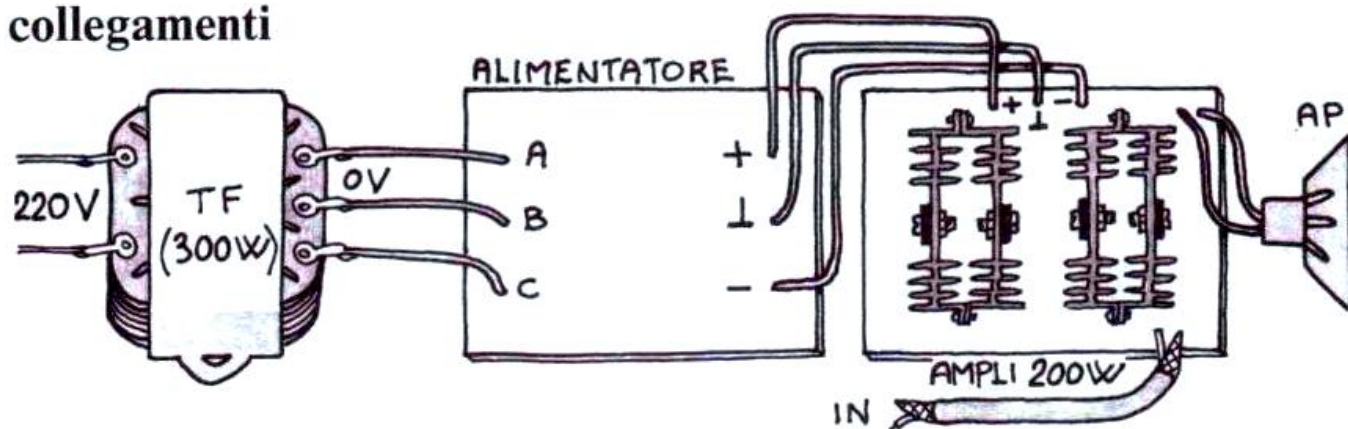
disposizione componenti

COMPONENTI

R1 = 1 Mohm
R2 = 1 Kohm
R3 = 47 Kohm
R4 = 47 Ohm
R5 = 47 Ohm
R6 = 47 Kohm
R7 = 4,7 Kohm
R8 = 4,7 Kohm
R9 = 1 Kohm
R10 = 100 Kohm
R11 = 100 Ohm
R12 = 12 Kohm
R13 = 100 Ohm
R14 = 470 Ohm
R15 = 470 Ohm trim. min.
R16 = 1 Ohm
R17 = 1 Ohm
R18 = 100 Ohm
R19 = 100 Ohm
R20 = 100 Ohm
R21 = 100 Ohm
R22 = 100 Ohm
R23 = 0,1 Ohm 5 W
R24 = 0,1 Ohm 5 W
R25 = 0,1 Ohm 5 W
R26 = 0,1 Ohm 5 W
R27 = 1 Ohm 2 W
R28 = 1 Ohm 2 W
C1 = 1 μF pol.
C2 = 2,7 nF pol.
C3 = 47 μF 63 VL
C4 = 6,8 nF pol.
C5 = 47 pF cer.
C6 = 47 pF cer.
C7 = 47 pF cer.
C8 = 47 pF cer.
C9 = 47 pF cer.
C10 = 100 nF pol.
C11 = 47 μF 63 VL
C12 = 100 nF
C13 = 47 μF 63 VL
C14 = 100 nF
C15 = 47 pF cer.
D1 = 1N4002
T1,T2 = 2N5416
T3 = BD912
T4 = 2N3019
T5 = BD911
T6,T7 = IRF630 (IRF 530)
T8,T9 = IRF9630 (IRF 9530)
Fus = 5A
L1 = vedi testo
Val = 42+42 volt

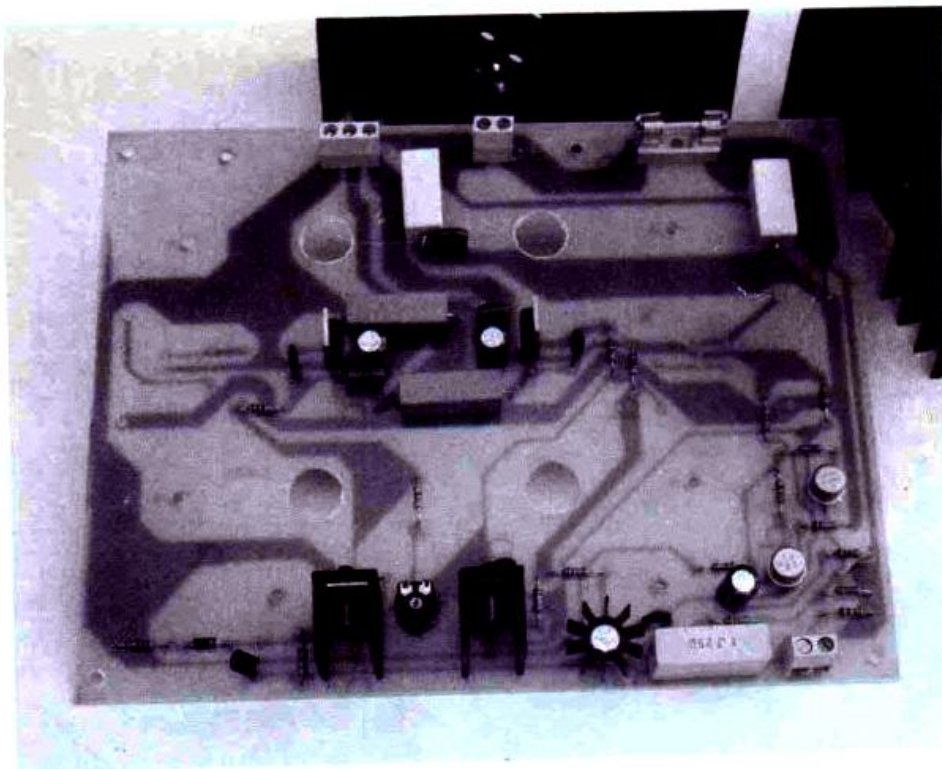
Nella versione a 100 watt non vengono utilizzati i seguenti componenti: T7,T9,R21,R22, R25,R26,C8,C9.
Varie: 1 portafusibili da stampato, 4 dissipatori 2,5 °C/W, 2 dissipatori per T0-220, 10 viti 3MA con dado, 2 morsettiere 2 poli, 1 morsettiera 3 poli, 1 CS cod. 103.

Non modificate il percorso delle piste sulla basetta, specie relativamente al posizionamento dei finali.

Fare attenzione al corretto orientamento dei terminali dei transistor. T3,T4,T5 debbono avere i dissipatori!

traccia rame

glio in seguito, consente di ottenere prestazioni decisamente superiori rispetto ai transistor bipolari ma rende piuttosto delicati tali dispositivi. Se la resistenza di ingresso è molto alta, la resistenza di uscita di un finale a MOSFET è bassissima, di gran lunga inferiore a quella di un transistor bipolare.

Ciò consente di ottenere una minore distorsione armonica in quanto il fattore di smorzamento del sistema amplificatore-altoparlante risulta particolarmente contenuto. Ne consegue che la distorsione di tali dispositivi non risulta apprezzabile se non con

sofisticati sistemi di misura. Nel nostro caso la distorsione armonica risulta inferiore allo 0,01 per cento alla massima potenza. Altra caratteristica di rilievo dei finali a MOSFET è la banda passante che può raggiungere anche i 200-300 KHz. Nel nostro caso, per stabilizzare il funzionamento dell'ampli, abbiamo limitato la frequenza massima ad 80 KHz.

Visto che siamo in tema, ricordiamo che il rapporto segnale rumore del circuito presentato è di oltre 105 dB. Ciò significa, in soldoni, che il rumore generato a vuoto (e diffuso dall'altoparlante) presenta un'ampiezza inferio-

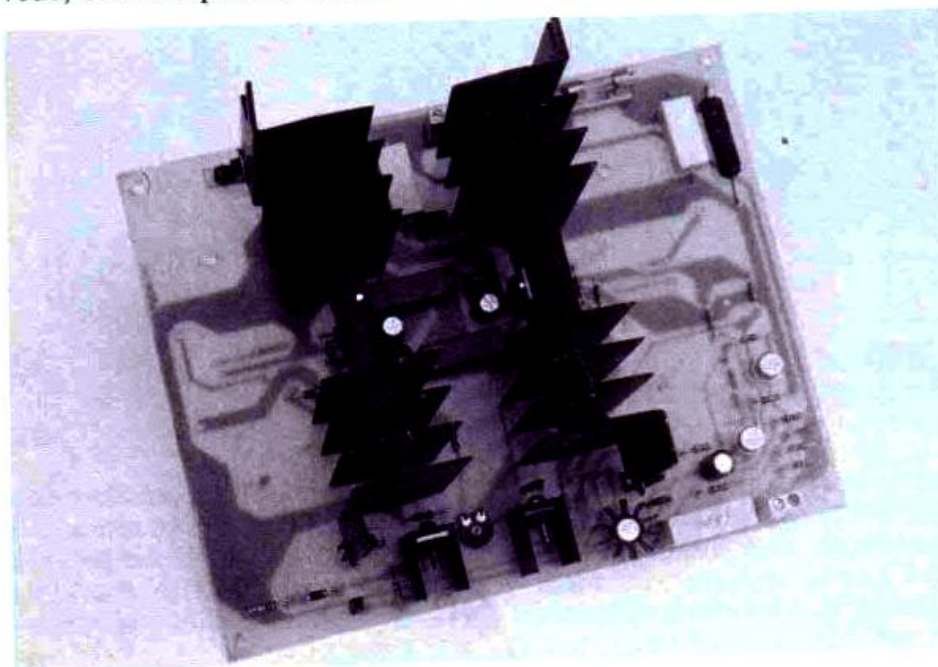
re ad 1 mV; in pratica anche appoggiando l'orecchio alle casse non sentirete alcun fruscio. Altra particolare caratteristica degli amplificatori a MOSFET è la deriva termica positiva. In altre parole all'aumentare della temperatura la resistenza drain-source aumenta provocando una diminuzione del guadagno del sistema e compensando così il surriscaldamento.

Dopo questa lunga chiacchierata iniziale, diamo ora uno sguardo allo schema elettrico del nostro ampli di potenza. Come si vede, oltre ai quattro finali ed ai componenti passivi, il circuito utilizza solamente cinque transistor, tutti facilmente reperibili. I finali utilizzati sono collegati in parallelo tra loro a due a due. Per ottenere la potenza di 200 watt è necessario fare ricorso a due coppie ma è anche possibile fare funzionare il circuito con una sola coppia di MOSFET; in questo caso la potenza massima risulterà di 100 watt.

Il segnale da amplificare viene applicato alla base del transistor T1 che insieme a T2 forma il differenziale di ingresso. La rete RC R2/C2 limita a circa 80 KHz la massima frequenza di lavoro contribuendo a rendere particolarmente stabile il funzionamento del circuito. L'altro ingresso del differenziale (base di T2) è collegato all'uscita dell'amplificatore tramite la resistenza R10. Dal valore di questa resistenza dipende il guadagno in tensione dell'amplificatore ovvero la sensibilità di ingresso.

LA CLASSE DI LAVORO

Modificando tale resistenza risulta perciò possibile, entro certi limiti, variare la sensibilità dell'amplificatore. È tuttavia sconsigliabile utilizzare resistenze di valore elevato (oltre i 150-220 Kohm) in quanto ciò determinerebbe una forte instabilità del circuito. Dall'uscita del differenziale il segnale giunge, tramite T4 ad una coppia di transistor complementari di media potenza T3/T5. Mediante un trimmer è possibile variare la corrente di riposo del circuito e quindi la classe di lavoro.

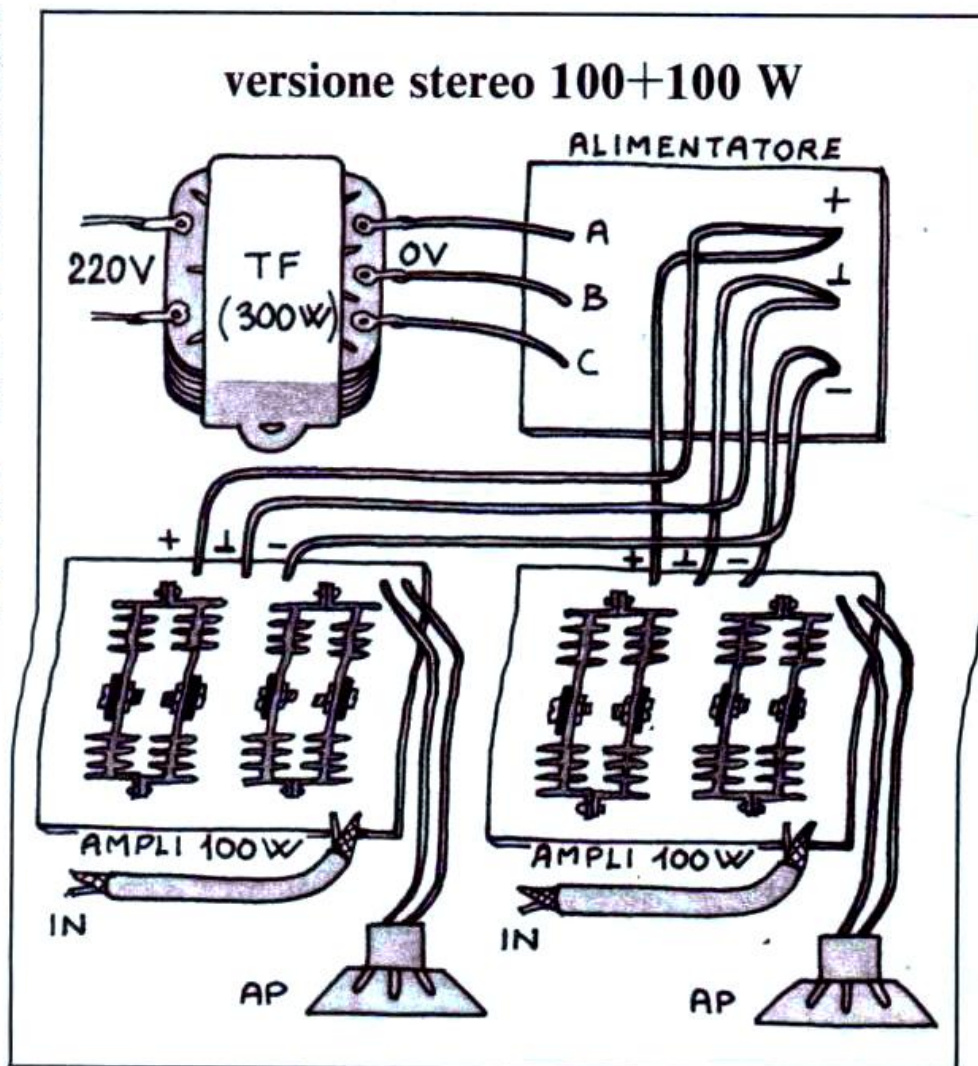
Il nostro circuito lavora in classe AB, soluzione questa che rappresenta il miglior compromesso tra distorsione d'intermodulazione e corrente assorbita (con conseguente riscaldamento dei finali a vuoto). Il trimmer R15 serve appunto a regolare la corrente assorbita a riposo dall'amplificatore. I condensatori C15 e C5 hanno il compito di limitare l'amplificazione alle alte frequenze dei transistor a cui sono collegati. Anche la massima frequenza di lavoro dei MOSFET viene limitata per evitare autooscillazioni parassite. A ciò provvedono le resistenze di gate (R19-R22) che formano un filtro passa basso con le capacità di gate dei MOSFET limitando così il guadagno alle alte frequenze.

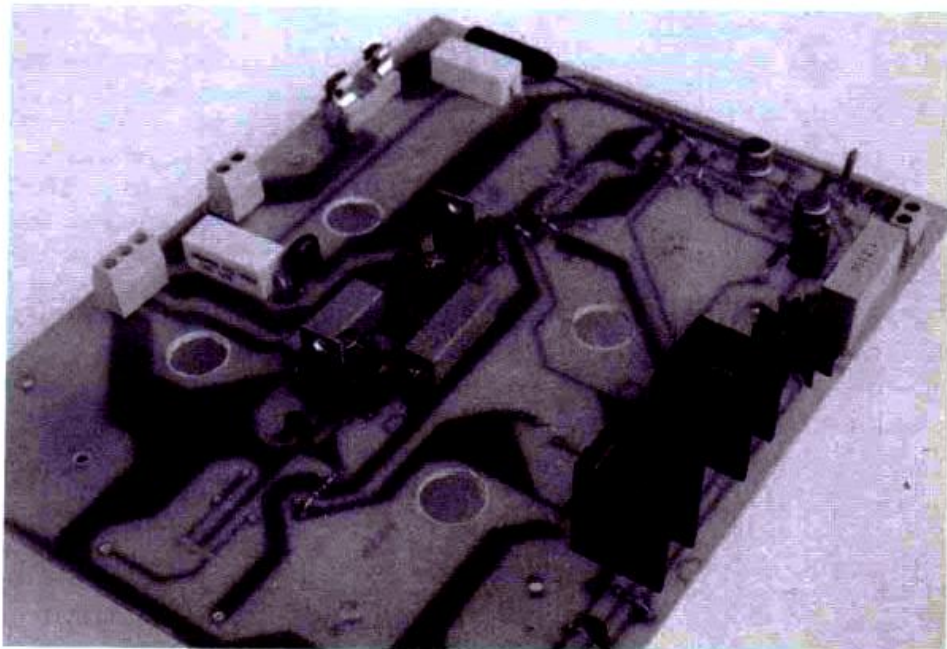
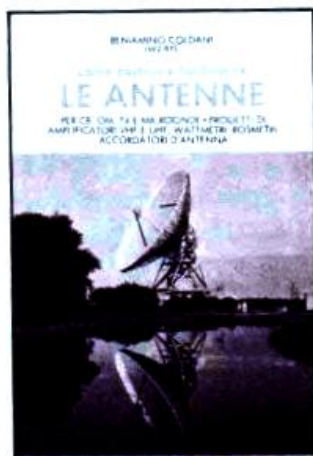
Anche i condensatori C11,C12, C13 e C14 hanno il compito di evitare autooscillazioni parassite. Questi elementi debbono essere montati quanto più possibile vicini ai MOSFET se vogliamo evitare questo tipo di problemi. Le resistenze di source dei finali ed i condensatori collegati tra il gate

ed il source hanno il compito di rendere quanto più possibile simmetrico il funzionamento dei finali. La rete R27/L1 ha il compito di ridurre il carico capacitivo presente sui morsetti di uscita dell'ampli mentre la rete C10/R28 migliora la stabilità del circuito in assenza di carico. Abbiamo previsto anche un fusibile in serie all'uscita che, in molti casi, può salvare il finale da accidentali corto circuiti di uscita.

Tutti i transistor utilizzati in questo circuito sono in grado di «reggere» tranquillamente la tensione di alimentazione; proprio per questo motivo abbiamo evitato *l'impiego dei meno costosi ma più fragili transistor plastici della serie BC ed abbiamo fatto ricorso ad elementi metallici in* grado di reggere tensioni dell'ordine di centinaia di volt. Il circuito deve infatti essere alimentato con una tensione duale di ±42 volt; con tale potenziale l'amplificatore è in grado di erogare una potenza di 200 watt su un carico di 4 ohm oppure una potenza di 100-120 watt circa su un carico di 8 ohm.

Utilizzando solamente una coppia di finali ed alimentando il circuito con la stessa tensione si ottengono 100 watt su un carico di 8 ohm. Utilizzando tale tensione non è possibile collegare in uscita un carico di 4 ohm in quanto i due finali ben presto passerebbero a «migliore vita». Per pilotare un carico di 4 ohm con la versione a 100 watt dell'ampli è necessario alimentare il circuito con una tensione duale non superiore a ±36 volt.

IL TUTTO IN PRATICA

Occupiamoci ora della realizzazione pratica del nostro amplificatore. Come accennato nell'introduzione, la costruzione di amplificatori a MOSFET comporta non pochi problemi pratici. Per ottenere un circuito particolarmente stabile e di sicuro funzionamento abbiamo realizzato almeno quattro/cinque prototipi eliminando progressivamente questo o quell'altro inconveniente. In totale le prove sono durate parecchi mesi con la distruzione di almeno una decina di MOSFET. Questo impegno ha tuttavia dato i frutti sperati: il circuito da noi proposto è infatti a prova di... principiante.

Siate certi che seguendo attentamente la descrizione del montaggio ed attenendovi scrupolosamente alle indicazioni il vostro amplificatore a MOSFET funzionerà **subito** e nel **migliore dei modi**. La cosa più importante riguarda lo stampato ed il posizio-

namento dei finali: non modificate per nessun motivo il percorso delle piste e non montate i MOSFET in maniera diversa da quella illustrata nel piano di cablaggio. In caso contrario il circuito potrebbe non funzionare ed i finali potrebbero «bruciare» in un battibaleno. Dopo questa necessaria avvertenza, occupiamoci ora del cablaggio.

Come prima cosa dovrete (se precedentemente non avete acquistato il kit) realizzare la basetta utilizzando uno dei tanti sistemi possibili. Noi consigliamo sempre l'impiego della fotoincisione ma qualsiasi altro metodo va bene. Prima di montare i componenti controllate che la basetta non presenti qualche interruzione o qualche corto tra le piste. Dopo tale controllo inserite nei rispettivi reofori le resistenze, i condensatori, il diodo, il trimmer, il portafusibili e la bobina. Per realizzare quest'ultima dovrete avvolgere una ventina di spire di filo di rame smaltato del diametro di 1 millimetro su un nucleo in ferrite della lunghezza di 30 millimetri circa e del diametro di 8/10 millimetri.

Prima di saldare la bobina, asportate dai terminali lo strato protettivo di smalto. Non resta ora che montare i transistor. Iniziare con quelli bipolari ovvero con T1-T5.

Fate molta attenzione al corretto orientamento dei terminali dei transistor; T3,T4 e T5 debbono essere muniti di opportuni dissipatori di calore. Per T4 è necessario utilizzare un dissipatore a stella mentre per T3 e T5 bisogna fare ricorso a due dissipatori per T0-220. Non resta ora che montare i quattro MOSFET. I finali vanno prima fissati ai rispettivi dissipatori di calore (che, detto per inciso, debbono presentare una resistenza termica non superiore a 2,5 °C/W) quindi i dissipatori vanno, a due a due fissati tra loro con delle viti. A questo punto ogni blocco formato da due dissipatori e da due MOSFET va inserito nello spazio previsto sulla basetta.

I transistor non vanno isolati dai dissipatori in quanto questi ultimi risultano in contatto esclusivamente con il drain dei finali. Ovviamente non bisogna collegare elettricamente tra loro i due blocchi così come non è consigliabile toccare con la mano contemporaneamente i due blocchi in quanto tra i drain dei MOSFET a canale N e P è presente un potenziale di poco inferiore a cento volt.

Per dare maggior robustezza al montaggio potrete fissare i dissipatori allo stampato mediante alcune piccole squadrette a «L». Per aumentare il rendimento termico dei dissipatori è consigliabile realizzare nello stampato alcuni fori di aereazione come illustrato nei disegni. Ricordiamo inoltre che per realizzare la versione a cento watt bisogna montare una sola coppia di finali (e quindi solamente due dissipatori); inoltre non dovrete inserire le resistenze R21,R22,R25, R26 ed i condensatori C8 e C9.

Ultimato così il montaggio non resta che verificare il funzionamento del circuito e regolare la corrente assorbita a riposo. A tale scopo è necessario collegare all'uscita del circuito una resistenza di carico di 4 ohm, cortocircuitare a massa l'ingresso ed alimentare il tutto con una tensione duale di circa 42+42 volt. In serie alla linea positiva di alimentazione inserite un tester commutato per funzionare come milliamperometro e regolate R15 sino a leggere sullo strumento una corrente di circa 15 mA.

Se disponete di un generatore di segnali e di un oscilloscopio potrete successivamente verificare la banda passante dell'ampli e molti altri parametri. Se il vostro unico strumento è il tester non vi resta che collegare l'ingresso ad una sorgente sonora e verificare ad «orecchio» il buon funzionamento del circuito. Non spaventatevi se la temperatura dei dissipatori aumenta in maniera consistente; è più che normale che la temperatura salga sino a 70/80 gradi quando l'amplificatore lavora alla massima potenza.

PER IL KIT VEDI A PAG. 127

NUOVISSIMO!

SINTETIZZATORE VOCALE

SIETE DISTRATTI? VI DIMENTICATE DI ALLACCIARE LE CINTURE? ECCO LA NOSTRA RISPOSTA AI VOSTRI PROBLEMI: UN SINTETIZZATORE VOCALE, COMPLETAMENTE DIGITALE, CHE AD OGNI PARTENZA VI INVITA AD ALLACCIARE LE CINTURE DI SICUREZZA.

Nonostante siano trascorsi parecchi mesi da quando l'uso delle cinture di sicurezza è diventato obbligatorio, spesso, specialmente in città, ci dimentichiamo di fare uso di questi utilissimi (ma fastidiosissimi) sistemi di sicurezza.

Per ricordarsi di allacciare le cinture molti automobilisti hanno sistemato sul cruscotto un cartello più o meno grande con avvisi tipo «HAI ALLACCIATO LE CINTURE?» o simili; altri, più esperti in elettronica, hanno installato degli avvistatori acustici o luminosi che si attivano quando si avvia la vettura.

In entrambi i casi, dopo pochi giorni, l'occhio si abitua a questi segnali e così, ancora una volta, partiamo senza cinture col pericolo di vederci appioppare una multa salata o, ancora peggio, di subire seri danni in caso di incidente.

Al contrario di quanto ritiene la maggior parte delle persone, le stati-

SPECIALE
AUTO

EPROM
CONVERTITORE A/D
DATI
OUT
PLAY
FILTRO PASSO-BASSO
AMPLIFICATORE DI POTENZA
AP
CHIAVE DI ACCENSIONE
TEMPORIZZATORE

schema logico

Il «cuore» del dispositivo è rappresentato dall'integrato UM5100 (U2) da noi utilizzato anche nel risponditore telefonico. Questo chip è in grado di funzionare come convertitore A/D o D/A e di indirizzare direttamente una memoria (RAM statica o EPROM) con una capacità massima di 256 Kbit.

stiche dimostrano che l'impiego delle cinture di sicurezza è importante tanto in autostrada quanto in città: è proprio in città, purtroppo, che si conta il maggior numero di vittime in seguito ad incidenti stradali.

L'impiego delle cinture è quindi molto importante soprattutto nei percorsi urbani. Come fare, dunque, per rispettare questo obbligo?

Questa domanda ce la siamo posti (ma ci è stata formulata anche da moltissimi lettori) sin dall'entrata in vigore della legge che rendeva obbligatorio l'uso delle cinture e degli altri sistemi di sicurezza (seggiolini per bambini sotto i 4 anni).

Inizialmente abbiamo pensato ad un avvisatore acustico o luminoso controllato da un microdeviatore posto sul gancio di chiusura delle cinture o installato all'interno dell'arrotolatore.

Con questo sistema, l'avviamento della vettura avrebbe provocato l'entrata in funzione di un cicalino che si sarebbe disattivato solamente dopo aver allacciato le cinture.

Abbiamo scartato questa idea dopo aver tentato invano di fissare in qualche modo il deviatore.

A questo punto abbiamo pensato di attivare un cicalino per alcuni secondi dopo la messa in moto della vettura. Questo semplice sistema, installato peraltro da numerosi elettrauto, si è dimostrato molto efficace per i primi giorni quando mentalmente si associa il suono dell'avvisatore acustico alle cinture di sicurezza.

Col passare del tempo tuttavia, si fa l'abitudine a questo segnale acustico e invariabilmente ci si dimentica delle cinture.

A VIVA VOCE

Ciò non succede se a ricordarci di allacciare le cinture è la viva voce di una persona che perentoriamente ci chiede se abbiamo allacciato o meno le cinture.

È proprio questo il sistema da noi messo a punto e presentato in questo articolo.

Dopo due mesi di collaudi su una mezza dozzina di vetture possiamo affermare senza tema di smentita il nostro dispositivo è praticamente infallibile. Sola-

Pin Configuration

Pin	Name	Pin	Name
1	WRITE PULSE	40	VDD
2	A12	39	A14
3	A7	38	A13
4	A6	37	A8
5	A5	36	A9
6	A4	35	A11
7	A3	34	RECORD
8	A2	33	A10
9	A1	32	READ
10	A0	31	D7
11	D0	30	D6
12	D1	29	D5
13	D2	28	D4
14	C1	27	D3
15	R1	26	TD
16	RESET	25	ANG
17	PLAY	24	TD
18	COMPDATA	23	ANG
19	CLOCK DRIVER	22	ENVELOPE
20	VSS	21	FILTER

UM5100

Block Diagram

V_{DD} V_{SS} A_0 A_{14}
C_1 R_1
OSC & CLOCK CONTROL
DIVIDER ÷4
DIVIDER ÷8
ADDRESS BUS GENERATOR
RESET
CLOCK DRIVER
D_0 D_7
TRISTATE DATA BUS BUFFER
SERIES — PARALLEL
TD
RECORD PLAY
MODE CONTROL
DATA MODULATION
ANG
WRITE PULSE READ
COMPDATA FILTER ENVELOPE

mente le persone con la testa perennemente «tra le nuvole» sembrano refrattarie al nostro sintetizzatore vocale.

In tutti gli altri casi l'avviso ha l'effetto desiderato.

L'apparecchio da noi messo a punto è quanto di più semplice (ma tecnologicamente evoluto) si possa immaginare. Niente nastri preregistrati o cose simili ma un convertitore digitale/analogico ed una EPROM appositamente programmata.

Nessun timore per quest'ultimo componente: l'EPROM potrà essere programmata in maniera molto semplice da chiunque oppure potrà essere richiesta alla ditta Futura Elettronica la quale dispone anche del kit completo del circuito.

Per installare il circuito sulla vettura è sufficiente effettuare tre collegamenti al blocchetto di avviamento.

Il circuito entra in funzione una decina di secondi dopo l'avviamento ripetendo una o due volte la frase memorizzata («Prego, allacciare le cinture di sicurezza»). Abbiamo previsto anche la possibilità di fare uso di un microdeviatore collegato alla cintura che inibisce il funzionamento del circuito nel caso la cintura venga allacciata entro i dieci secondi.

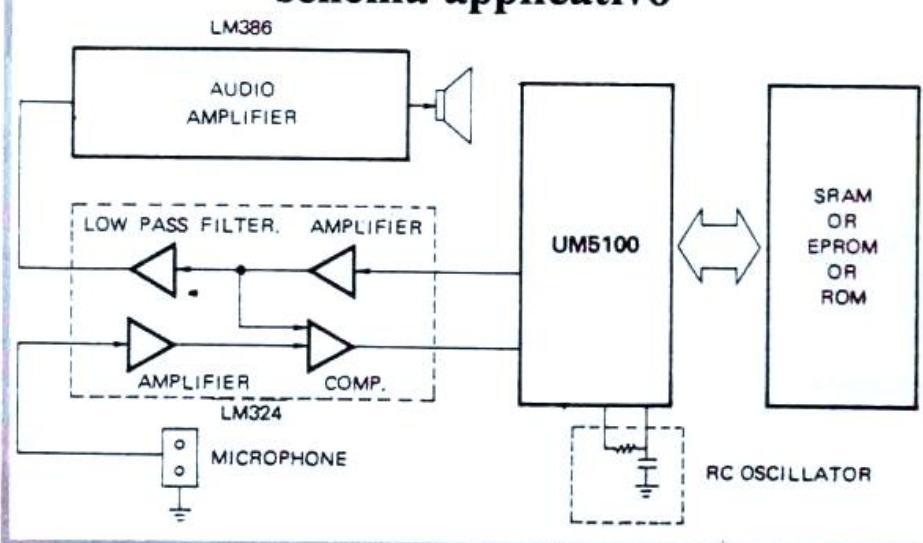
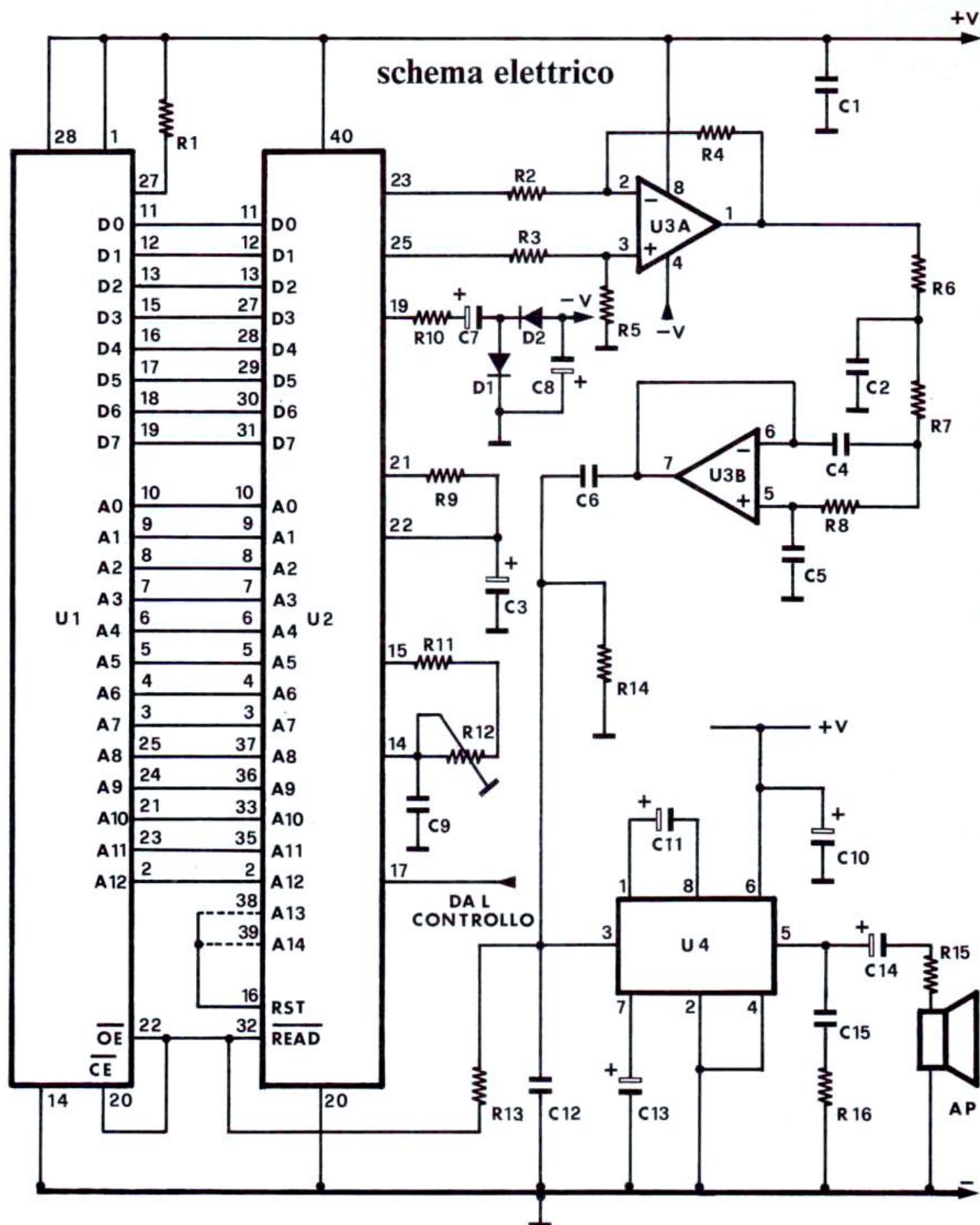
La qualità del parlato è più che buona; ci sembra inutile sottolineare che questo sistema di riproduzione, al contrario dei dispositivi a nastro, non si usura col tempo.

ANALISI DEL CIRCUITO

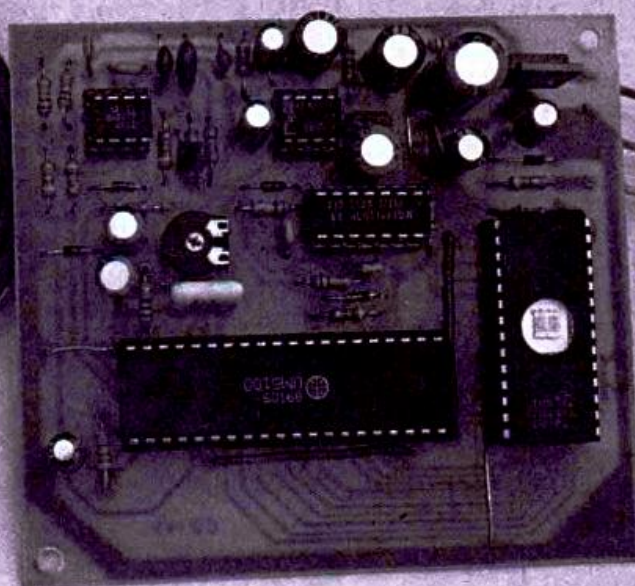
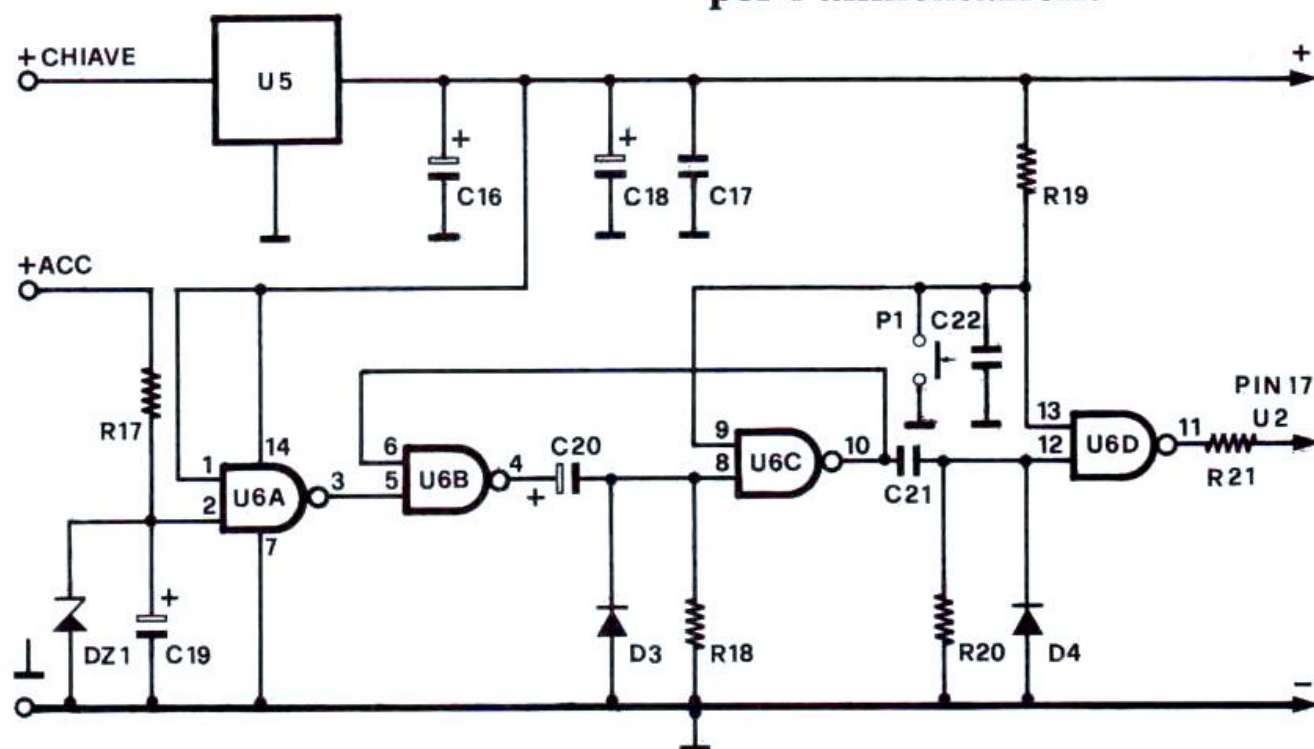
Analizziamo dunque il funzionamento del nostro circuito.

Il «cuore» del dispositivo è rappresentato dall'integrato UM5100 (U2) da noi utilizzato recentemente in numerosi progetti. Questo chip è in grado di funzionare come convertitore A/D o D/A e di indirizzare direttamente una memoria (RAM statica o EPROM) con una capacità massima di 256 Kbit.

Nel nostro caso l'integrato funziona esclusivamente come convertitore D/A prelevando i dati precedentemente memorizzati su una EPROM da 64 Kbit (U1). Al contrario delle RAM statiche o dinamiche, i dati im-

magazzinati nelle EPROM non vengono persi quando viene meno la tensione di alimentazione.

Per programmare la EPROM con la frase voluta è necessario fare ricorso ad un semplice EPROM VOICE PROGRAMMER da noi progettato e realizzato. Questo dispositivo (in grado di programmare EPROM da 64 o 256 K) verrà presto presentato su uno dei prossimi numeri della rivista. Nell'attesa, l'EPROM potrà essere richiesta alla ditta Futura Elettronica.

Le uscite dell'EPROM relative agli otto dati (D0/D7) sono direttamente collegate alle corri-

ecco il prototipo

per l'alimentazione

spondenti linee dell'UM5100; anche i primi tredici indirizzi (A0/A12) sono connessi tra loro.

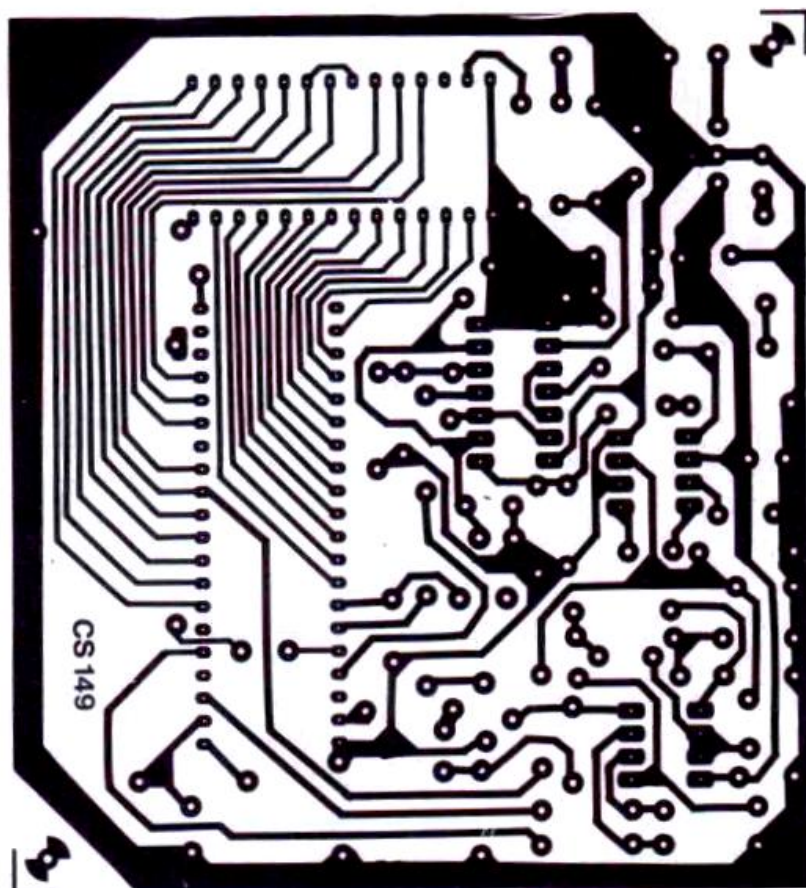
Il pin di programmazione dell'EPROM (27) viene tenuto «alto» tramite la resistenza R1.

Per attivare la memoria ed ottenere in uscita i dati è necessario portare a livello basso i terminali OE e CE corrispondenti ai pin 22 e 20. A ciò provvede l'uscita READ dell'UM5100 che durante il ciclo di riproduzione presenta un livello logico basso.

Questo terminale, tramite R13 e R14, controlla anche il funzionamento dello stadio finale di BF (U4). Il reset dell'UM5100 (pin

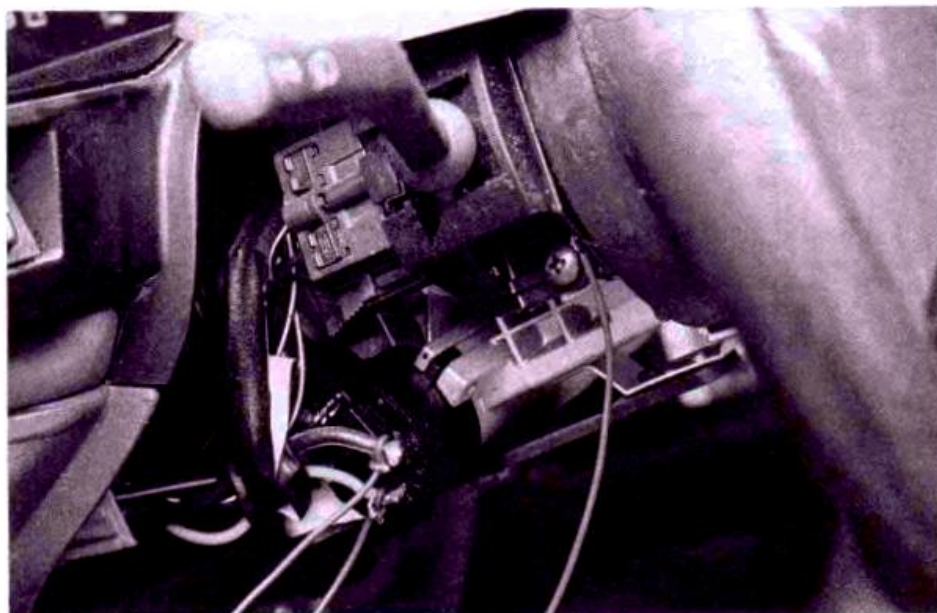
COMPONENTI

R1 = 10 Kohm
R2 = 47 Kohm
R3 = 47 Kohm
R4 = 10 Kohm
R5 = 10 Kohm
R6 = 47 Kohm
R7 = 12 Kohm
R8 = 12 Kohm
R9 = 3,3 Kohm
R10 = 10 Ohm
R11 = 220 Ohm
R12 = 4,7 Kohm trimmer
R13 = 47 Kohm
R14 = 47 Kohm
R15 = 1 Ohm
R16 = 10 Ohm
R17 = 470 Ohm
R18 = 100 Kohm
R19 = 100 Kohm
R20 = 47 Kohm
R21 = 1 Kohm
C1 = 10 nF
C2 = 33 nF
C3 = 1 µF 16 VL
C4 = 4.700 pF
C5 = 4.700 pF
C6 = 100 nF
C7 = 47 µF 16 VL
C8 = 47 µF 16 VL
C9 = 10 nF - poliestere
C10 = 100 µF 16 VL
C11 = 1 µF 16 VL

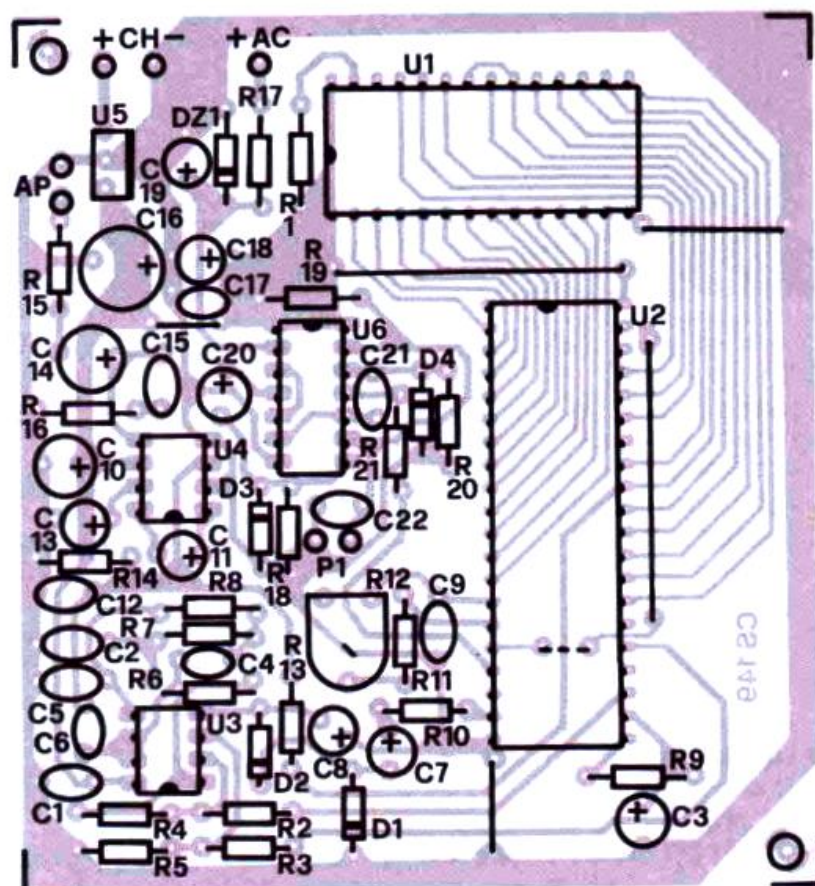
traccia rame

16) può essere collegato agli indirizzi A13 (pin 38) o A14 (pin 39). Nel primo caso la frase memorizzata viene riprodotta una sola volta, nel secondo la frase viene ripetuta due volte.

Ai pin 15 e 14 fa capo l'oscillatore interno da cui dipende la velocità di «scansione» dell'EPROM. Ovviamente tale velocità deve essere uguale a quella utilizzata in fase di programmazione della memoria in quanto solo in questo modo è possibile ottenere una riproduzione fedele. Il trimmer R12 consente appunto di intervenire su tale parametro.

Sul pin 19 è presente il segnale di clock prodotto dall'UM5100 che nel nostro caso viene utilizzato per generare una tensione negativa necessaria al corretto funzionamento degli operazionali contenuti in U3.

Il circuito che converte il segnale di clock in una tensione negativa fa capo ai condensatori elettrolitici C7 e C8 nonché ai due diodi D1 e D2. Il segnale di bassa frequenza è presente sia sul

La basetta deve essere collegata alla chiave di accensione dell'auto: le cose (vedi testo) sono semplici.

C12 = 1.000 pF
C13 = 10 μF 16 VL
C14 = 220 μF 16 VL
C15 = 100 nF
C16 = 470 μF 16 VL
C17 = 10 nF
C18 = 100 μF 16 VL
C19 = 10 μF 16 VL
C20 = 100 μF 16 VL
C21 = 100 nF
C22 = 100 nF
D1 = 1N4148
D2 = 1N4148
D3 = 1N4148
D4 = 1N4148
DZ1 = Zener 4,7 V 1/2W
U1 = EPROM 2764
U2 = UM5100
U3 = LM1458
U4 = LM386
U5 = 7805
U6 = 4011
AP = 8 Ohm
Varie: 1 CS cod. 149
1 zoccolo 7+7
1 zoccolo 14+14
1 zoccolo 20+20
2 zoccoli 4+4

la basetta

PER IL KIT VEDI A PAG. 127

pin 23 che sul pin 25 di U2; i due segnali, che sono in opposizione di fase tra loro, vengono applicati agli ingressi del primo operazionale (U3a) che funge da separatore. Al secondo operazionale ed alla relativa rete RC di ingresso fa capo un filtro passa-basso che elimina gran parte del rumore di conversione. All'uscita di questo stadio il segnale di bassa frequenza è del tutto simile all'originale.

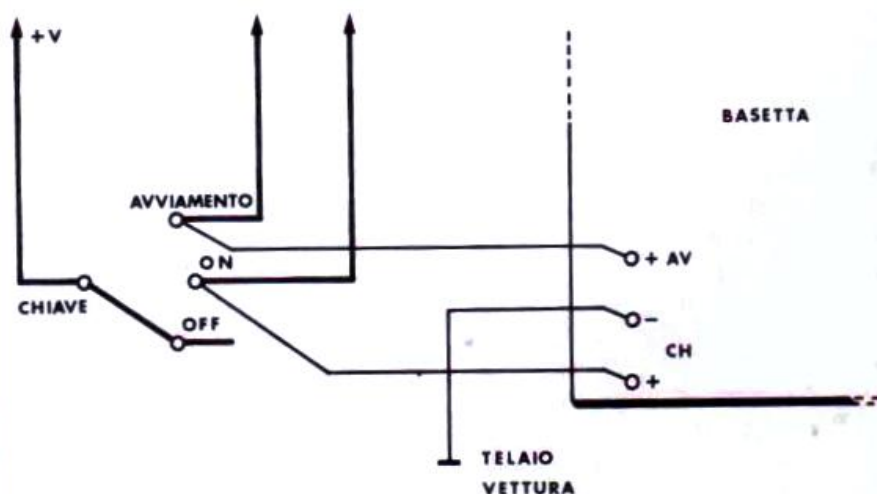
UNA BUONA AMPLIFICAZIONE

All'integrato U4 è affidato il compito di amplificare in potenza il segnale audio. Questo chip (un comune LM386) è in grado di erogare una potenza di circa mezzo watt con una tensione di alimentazione di 5 volt.

L'integrato può pilotare sia altoparlanti da 4 che da 8 ohm.

Come visto in precedenza, l'ingresso di U4 (pin 3) è collegato al terminale READ dell'UM5100 il quale presenta normalmente un

i collegamenti

Nella prima posizione della chiave diamo intanto l'alimentazione. Con la messa in moto... viene dato il via!

livello logico alto che inibisce l'LM386.

In questo modo l'altoparlante non produce né il tipico rumore di fondo degli amplificatori di potenza né eventuali disturbi dovuti all'impianto elettrico della vettura.

Per riprodurre la frase memorizzata nell'EPROM è necessario mandare «basso» il pin 17 di U2. A ciò provvede la rete di controllo e temporizzazione che fa capo alle quattro porte dell'integrato U6, un comune CMOS tipo 4011.

Questo stadio è connesso alla chiave di accensione della vettura e precisamente alla massa, al terminale positivo di controllo ed a quello (sempre positivo) di accensione.

Quando portiamo la chiave nella prima posizione, il contatto che fornisce tensione all'impianto elettrico della vettura alimenta anche il nostro dispositivo (terminale +CHIAVE).

Portando nella seconda posizione la chiave, tramite un altro contatto viene data tensione al motorino di avviamento sino alla messa in moto della vettura.

Questo secondo contatto deve essere collegato al terminale «+ACC». È evidente che su quest'ultimo contatto la tensione positiva è presente per uno o due secondi al massimo.

L'impulso provoca la commutazione della porta U6a la cui uscita (pin 3) passa da un livello logico alto ad un livello basso. Ciò determina la commutazione del monostabile che fa capo alle porte U6b e U6c; l'uscita di questo stadio (pin 10) si porta da un livello logico alto ad un livello logico basso per tornare nello stato iniziale (livello alto) dopo una decina di secondi.

Il ritardo dipende dai valori del condensatore C20 e della resistenza R18. Quando il monostabile ritorna nello stato di riposo, il fronte di salita viene trasferito tramite il condensatore C21 all'ingresso della porta U6d la cui uscita (pin 11) passa per un breve istante da un livello logico alto ad un livello basso. Questo breve impulso negativo, che viene applicato tramite R21 al pin di controllo 17, provoca l'entrata in riproduzione dell'UM5100.

I VOLT CHE SERVONO

Tutti gli stadi del nostro dispositivo vengono alimentati con una tensione di 5 volt fornita dal regolatore a tre pin U5 (un comune 7805).

Questa soluzione si è resa necessaria per eliminare i vari disturbi prodotti dal circuito elettrico della vettura.

L'assorbimento a riposo è di circa 20 mA per cui non è necessario fissare il regolatore ad una aletta di raffreddamento.

MONTAGGIO PRATICO

Come prima cosa, con degli spezzoni di conduttore, bisogna realizzare i sei ponticelli previsti, compreso quello che si trova sotto l'integrato U2. Successivamente andranno montati i componenti passivi (resistenze e condensatori), gli zoccoli e via via tutti gli altri componenti.

Prestate la massima attenzione al corretto inserimento dei componenti polarizzati (elettrolitici e diodi). Ultimata questa fase, inserite gli integrati nei rispettivi zoccoli; anche in questo caso prestate attenzione all'orientamento dei chip evidenziato dalla tacca di riferimento.

Infine collegate con una goccia di stagno il terminale di reset al pin 38 o 39 di U2. Nel primo caso la frase verrà riprodotta una sola volta, nel secondo verrà ripetuta due volte.

Non resta ora che collegare l'altoparlante e dare tensione. Per verificare il funzionamento del circuito è sufficiente una pila miniatura a 9 volt.

Collegate il positivo e il negativo della pila ai corrispondenti terminali di alimentazione del circuito e con il terminale «+AC» toccate per un attimo il polo positivo.

Dopo alcuni secondi il dispositivo entrerà in funzione e l'altoparlante riprodurrà la frase memorizzata dall'EPROM. Regolate il trimmer R12 in modo da ottenere una corretta velocità di riproduzione. A questo punto il circuito potrà essere installato all'interno della vettura.

Le connessioni da effettuare sono molto semplici. Come prima cosa collegate la massa a qualsiasi punto della carrozzeria

della vettura. Gli altri due terminali vanno collegati al blocchetto di accensione. Per individuare con precisione i due punti è sufficiente fare uso di un tester.

Il positivo di alimentazione del circuito va collegato al terminale del blocchetto che viene attivato quando la chiave viene fatta avanzare di uno scatto. L'ingresso «+AC» va invece collegato al terminale del blocchetto che fornisce tensione al motorino di avviamento.